



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA**

GRUPPO DI LAVORO PER IL RISPARMIO ENERGETICO DI ATENEO

RAPPORTO SU

ATTIVITÀ NEL TRIENNIO 2012 -2014

a cura di

Stefano Massucco

Coordinatore Designato dal Rettore

Genova, 31 Marzo 2015

INDICE

SOMMARIO	5
1 PRESENTAZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO	7
2 SINTESI DELL'OPERATO 2012 – 2014.....	11
3 RISPARMIO ENERGETICO E ACQUISTO DELL'ENERGIA ELETTRICA	14
3.1 Considerazioni Generali	14
3.2 Le componenti della bolletta e il prezzo dell'energia	15
3.3 Gara di Aggiudicazione della Fornitura di Energia Elettrica	16
4 ANALISI DEI CONSUMI	18
4.1 Evoluzione del sistema di monitoraggio in tempo reale dei consumi di Ateneo	18
4.2 Storico di Esercizio	20
4.3 Casi Studio	23
4.3.1 Dipartimento di Scienze per l'Architettura.....	23
4.3.2 Dipartimento di Fisica	25
4.3.3 Palazzo delle Scienze	27
4.3.4 Calcolo dell'impronta di carbonio dell'Ateneo.....	28
5 PROGETTI DI AUTOPRODUZIONE E GESTIONE DELL'ENERGIA.....	31
5.1 Virtual Power Plant di Ateneo: polo generativo presso il Dipartimento di Economia.....	31
5.1.1 Generalità.....	31
5.1.2 Dettagli del progetto	31
5.2 Installazione Fotovoltaico presso Palazzina CUS	34
5.2.1 Generalità.....	34
5.2.2 Dettagli del progetto	35
5.3 Installazione Solare Termico presso Clinica Chirurgica	35
6 CONCLUSIONI	37
7 APPENDICE: DATI DI CONSUMO DEL TRIENNIO 2012 - 2014	38
7.1 Dati Complessivi Ateneo	38
7.2 Cabina 1: Via L.B. Alberti, Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche	41
7.3 Cabina 2A/2B: Palazzo delle Scienze.....	43
7.4 Cabina 4: DIMI (Dipartimento di Medicina Interna e Specialità Mediche)	45
7.5 Cabina 5: Padiglioni 1-3-4, Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche.....	47
7.6 Cabina 6: Microbiologia, Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche	49
7.7 Cabina 7: via Balbi 5, Uffici Amministrativi	51
7.8 Cabina 8: Via delle Fontane, Scuola di Scienze Umanistiche	53

7.9	Cabina 9: Via Montallegro, Scuola Politecnica di Ingegneria e Architettura	55
7.10	Cabina 10: Via all'Opera Pia 15, Scuola Politecnica di Ingegneria e Architettura	57
7.11	Cabina 11: DIBRIS (Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei Sistemi)	59
7.12	Cabina 13: Viale Cembrano Dipartimento di Farmacia e CSITA.....	61
7.13	Cabina 14: DIFI (Dipartimento di Fisica)	63
7.14	Cabina 15: DCCI (Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale)	65
7.15	Cabina 16: DIMA (Dipartimento di Matematica).....	67
7.16	Cabina 18: Darsena, Dipartimento di Economia.....	69
7.17	Cabina 19: EX-CNR, Scuola Politecnica di Ingegneria e Architettura	71
7.18	Cabina 20: Clinica Oculistica	73
7.19	Cabina 21: Corso Podestà, Dipartimento di Scienze della Formazione	75
7.20	Albergo dei Poveri	77

SOMMARIO

La presente relazione ha come obiettivo la presentazione delle attività del Gruppo di Lavoro per il Risparmio Energetico di Ateneo, evidenziando l'operato relativo al periodo 2012 - 2014, e inquadrando tali attività all'interno dello storico di esercizio legato alle iniziative intraprese negli anni precedenti.

Di ogni iniziativa verranno evidenziati i metodi, gli ambiti di applicazione e i benefici, sia quelli attesi che quelli già consolidati, individuando così le linee operative che tracciano l'attuale percorso dell'Ateneo genovese su modalità di gestione ottima dell'energia, sia tecniche che economiche.

1 PRESENTAZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO

L'Università di Genova, conscia dell'importanza del tema della sostenibilità energetica, ha da anni costituito al suo interno un Gruppo di Lavoro sul risparmio energetico di Ateneo.

L'attività del Gruppo, sotto la guida del Prof. **Stefano Massucco** - ordinario di Automazione dei sistemi elettrici - designato dal Rettore, si avvale dell'apporto di personale strutturato (Docenti, Tecnici e Ricercatori) e non (Dottorandi e Assegnisti) per promuovere e svolgere le necessarie attività di gestione energetica dell'Università di Genova.

Il Gruppo di Lavoro per il Risparmio Energetico di Ateneo si è occupato dei seguenti temi:

1. **Ottimizzare l'acquisto di Energia Elettrica e Termica;**
2. **Ottimizzare la gestione del consumo di Energia Elettrica**, attraverso sistemi di monitoraggio in tempo reale e conseguente attività di auditing;
3. **Accordo volontario tra l'Università di Genova e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare** che prevede che l'Ateneo si impegni nel calcolo della propria impronta di carbonio;
4. **Intervento di sostituzione corpi illuminanti a basso consumo LED** presso il DIFI Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova;
5. **Identificare e utilizzare** opportunità di finanziamento fungendo da interfaccia tecnica per iniziative in ambito energetico che vedono coinvolta l'Università.

Il primo tema ha riguardato l'ottimizzazione dell'acquisto di energia elettrica e termica, attraverso indagini relative a modalità e condizioni economiche delle diverse possibilità di fornitura, avvalendosi dei dati provenienti da analisi storiche e dagli strumenti di monitoraggio dei consumi delle utenze elettriche dell'Ateneo. Sono stati coinvolte le persone dell'Ufficio dell'Ing. **Massimo Di Spigno**, Dirigente dell'Area Conservazione Edilizia, dell'Arch. **Mauro Maspero**, Dirigente dell'Area Sviluppo Edilizio e dell'Ing. **Piero Russo**, area Servizi Energia. Per la parte amministrativa ha operato l'Ufficio Area approvvigionamenti e patrimonio della Dott.ssa **Gerardina Maglione**.

Per il secondo tema si è effettuata l'ottimizzazione del consumo di energia elettrica, attraverso sistemi di monitoraggio e attività di auditing. Tale ottimizzazione avviene attraverso un sistema di monitoraggio dei carichi in tempo reale, messo a punto dal Prof. **Federico Silvestro** e dagli Ingg. **Andrea Bagnasco** e **Raffaele Piccolo** presso il Laboratorio IEES (Intelligent Electric Energy Systems) del DITEN (Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni) e conseguente attività di auditing, con l'individuazione di sprechi, azioni correttive di efficientamento e follow-up per il consolidamento dei risultati. Anche in questo caso i risultati sono stati lusinghieri: il calcolo del risparmio ottenuto, operando su diversi siti dell'Ateneo, ha raggiunto il valore di circa 120.000 Euro.

Per il terzo tema, nel 2014 è stato firmato un Accordo volontario tra l'Università di Genova e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con referente la Prof. **Adriana Del Borghi** e la collaborazione della Dott.ssa **Michela Gallo**, che prevede che l'Ateneo si impegni nel calcolo della propria impronta di carbonio, ovvero una misura che esprime in CO₂ equivalenti il totale delle emissioni di gas ad effetto serra associate direttamente o indirettamente al servizio erogato, e nella sua riduzione tramite azioni di miglioramento.

E' stato eseguito un primo screening di Ateneo finalizzato alla raccolta e riorganizzazione dati riguardanti i consumi elettrici e termici di Ateneo, e quindi alla quantificazione delle emissioni di CO₂ equivalente imputata ai fattori di consumo energetico considerati. I primi risultati derivanti da questo

studio riportano un impatto pari a 6.500 tonnellate di CO₂eq/anno imputabile al consumo elettrico e 5.000 tonnellate di CO₂eq/anno dovute agli impianti di climatizzazione.

Grazie a questi dati, si potranno ora eseguire delle analisi per definire dove e come sia possibile operare per riuscire a diminuire questi impatti.

Il quarto tema ha riguardato un intervento di sostituzione dei corpi illuminanti con unità a basso consumo LED presso DIFI Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, referente il Prof. **Francesco Buatier**.

Il Dipartimento di Fisica presenta storicamente un consumo di energia elettrica elevato a causa della presenza di numerose utenze tecnologiche asservite ad esperimenti. Si è deciso di intervenire sui costi legati all'illuminazione degli spazi comuni, corridoi e corpo scale dell'edificio, distribuiti su 8 piani che risultano accesi sull'arco delle 24 ore per garantire l'agibilità dei laboratori anche nelle ore serali e notturne. Nel corso del 2014 si è proceduto alla realizzazione di un impianto di illuminazione notturna a LED a basso consumo, costituito da 91 punti luce da 15 W, azionato da un timer che consente di spegnere i neon dalle ore 20.00 alle ore 06.00, mentre l'impianto esistente viene azionato nelle ore di utilizzo diurno. La potenza netta risparmiata corrisponde a circa 13 kW, e considerando circa 5.000 ore annue di utilizzo, questo porta ad un risparmio di 65.000 kWh/anno, ovvero dell'ordine di 13.000 €/anno. Un analogo intervento è in corso per ripristinare l'illuminazione dell'Aula Magna, sostituendo i 65 tubi al neon da 58 W con led da 15 W. Anche in questo caso si può stimare un risparmio di circa 1.000 €/anno.

Infine, **il quinto tema** ha riguardato l'identificazione e l'utilizzo di finanziamenti, per iniziative in ambito energetico elettrico che vedono coinvolta l'Università. In quest'ambito si colloca la recente realizzazione di tre progetti di autoproduzione di energia del valore complessivo di 700 kEuro: l'installazione di un impianto solare fotovoltaico da 20 kW, di un sistema di accumulo al Litio e l'intervento di automazione degli impianti elettrici del Dipartimento di Economia in Darsena al Porto Antico (il progetto abbina i benefici energetici ed economici del fotovoltaico, all'attività di ricerca sul sistema elettrico per la creazione di una vera e propria Virtual Power Plant interna all'Ateneo), la riqualificazione dell'impianto termico del Palasport Romanzi tramite l'integrazione di un impianto a pompa di calore elio assistita, abbinato ad un sistema fotovoltaico (referente il Prof. **Luca Tagliafico**), la realizzazione di un impianto solare termico alla clinica chirurgica.

Piano attività 2015-2016: Sintesi degli obiettivi

- acquisizione forniture energetiche con particolare riferimento all'energia elettrica e termica;
- razionalizzazione della gestione dell'approvvigionamento di energia elettrica;
- analisi e monitoraggio dei consumi di energia elettrica tramite lettura dei fabbisogni relativi ai punti di consegna monitorati e sintesi periodiche. A questo proposito, si propone l'interfaccia sistematico con un referente per ciascun dipartimento con il personale del laboratorio DITEN-IEES (Intelligent Electric Energy Systems) gestore del sistema di monitoraggio, per raccogliere le informazioni che derivano dalla lettura dei consumi e promuovere uno scambio utile alla messa in opera di azioni per la riduzione degli sprechi, anche con il supporto dei servizi tecnici;
- consolidamento del monitoraggio di dettaglio dei consumi elettrici negli edifici di Chimica Biologica, Fisiologia Umana, Igiene, Laboratori di Geofisica e DISI, Palazzina Scienze, Polo Didattico MFN, Scienze Farmaceutiche e Statistica Medica, siti in Viale Benedetto XV;
- Studio di fattibilità e stima della resa fotovoltaica e dei tempi di ammortamento di una falda di pannelli fotovoltaici posta a copertura dei dipartimenti del polo di Valletta Puggia (DIFI, DCCI, DIMA/DISI) con la duplice funzione di eliminare le infiltrazioni di acqua;

- con riferimento all'impianto di generazione fotovoltaica sito presso il Dipartimento di Economia in Darsena, realizzazione di un monitoraggio di dettaglio dell'energia elettrica generata e rendicontazione dell'impatto in termini di minor costo energetico per l'Ateneo;
- supporto tecnico al personale amministrativo dell'Università riguardo ai temi della spesa energetica;
- audit energetici e individuazione di linee guida per il risparmio;
- analisi per la replicabilità di soluzioni di Building Automation e di illuminotecnica (corpi illuminanti) in altri siti universitari, oltre alle soluzioni già implementate

Il Gruppo di lavoro, inoltre, nelle sue diverse componenti tecniche e di ricerca, è attivo nelle iniziative Genova Smart City istruendo proposte progettuali nel settore dell'efficienza energetica degli edifici e rendendo disponibile per sperimentazioni i siti di consumo dell'Ateneo.

Composizione del Gruppo di Lavoro nel triennio 2012 - 2014:

Personale Docente:

1. Prof. Stefano Massucco (Delegato del Rettore per il risparmio energetico dell'Ateneo) – DITEN
2. Prof. Enrico Dassori - Dipartimento di Scienze per l'Architettura (DSA)
3. Prof. Marco Del Borghi - Dipartimento di Ingegneria chimica e di processo "G. B. Bonino"
4. Prof. Mauro Giannini –Dipartimento di Fisica
5. Prof. Aristide F. Massardo – Dime
6. Prof. Luca Antonio Tagliafico – Dime
7. Ing. Federico Silvestro – DITEN
8. Ing. Andrea Bagnasco – DITEN

Dirigenti e Personale Uffici Tecnico-Amministrativi:

9. Ing. Massimo Di Spigno
10. Dott.ssa Gerardina Maglione
11. Dott. Ettore Delmonte
12. Arch. Claudio Bazzurro
13. Ing. Raffaele Picollo
14. Ing. Piero Russo
15. Ing. Giada Agnese

Attuale composizione del Gruppo di Lavoro (a partire da Novembre 2014):

- Ing. Andrea Bagnasco, Dipartimento di Ingegneria navale, elettrica, elettronica e delle telecomunicazioni (DITEN)
- Prof. Francesco Buatier de Mongeot, Dipartimento di Fisica (DIFI)
- Prof.ssa Adriana Del Borghi, Dipartimento di Ingegneria civile, chimica e ambientale (DICCA)
- Prof.ssa Renata Morbiducci, Dipartimento di scienze per l'architettura (DSA)
- Prof. Federico Silvestro, DITEN
- Prof. Luca Antonio Tagliafico, Dipartimento di ingegneria meccanica, energetica, gestionale e dei trasporti (DIME)
- Prof. Alberto Traverso, DIME
- Prof. Stefano Massucco, Coordinatore Designato dal Rettore del Gruppo di Lavoro per il risparmio energetico dell'Ateneo, DITEN

Personale Uffici Tecnico-Amministrativi:

- Ing. Piero Russo
- Ing. Raffaele Picollo
- Dott. Fabio Fasce

A tutti coloro che hanno partecipato ai lavori su questo importante tema va il più sentito e cordiale ringraziamento della nostra Istituzione.

2 SINTESI DELL'OPERATO 2012 – 2014

Di seguito in sintesi l'operato del Gruppo di Lavoro nel triennio 2012 – 2014.

APPROVVIGIONAMENTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

A partire dall'anno 2005 è stato possibile, con la collaborazione degli Organi preposti (Dipartimento di Affari Generali, Legali e Negoziati e Dipartimento Gestione Tecnica del Patrimonio Immobiliare), effettuare una gara internazionale europea per l'acquisto di energia elettrica sul libero mercato, per un totale ammontante a circa 20 GWh annui, corrispondenti ad un valore di spesa quantificabile intorno ai 3 milioni di Euro.

L'attività del Gruppo di Lavoro consiste nel redigere le linee guida tecniche per la stesura dei bandi di gara annuali, nel seguire la fase di gara interfacciando tutti i fornitori ed analizzando le offerte, ed infine dare il necessario supporto per produrre la raccomandazione di fornitura legata alle migliori condizioni tecnico-economiche.

Al paragrafo 3.3 sono riportati maggiori dettagli di questa attività relativamente al triennio in esame.

RIDUZIONE DEI CONSUMI ELETTRICI

L'attività del **Gruppo di Lavoro** negli anni precedenti il periodo in esame aveva permesso la completa installazione di un **sistema di monitoraggio dei consumi elettrici in tempo reale** tramite server remoto e comprendente 19 punti di misura in media tensione - ripartiti su di un'ampia area geografica. Tale sistema di monitoraggio è stato intensamente utilizzato anche nel periodo 2012-2014 e ha permesso di individuare consumi anomali e situazioni di potenziale risparmio energetico.

Il Gruppo di Lavoro per il Risparmio Energetico di Ateneo, con l'ausilio delle informazioni provenienti dal sistema di monitoraggio, ha eseguito nel corso degli anni dei veri e propri audit energetici, al fine di approfondire e razionalizzare i consumi elettrici dei seguenti poli:

- edificio "Scio", sede del Dipartimento di Economia e Commercio nella Darsena del Porto Antico;
- edificio DIMA /DISI, sede del Dipartimento di Matematica e Scienze dell'Informazione;
- edificio DCCI, sede del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale;
- edificio DIFI, sede del Dipartimento di Fisica;
- La clinica Oculistica, sede della Clinica Oculistica e di reparti Ospedalieri, facente parte del complesso della struttura Ospedaliera S. Martino.

In generale i dati provenienti dal sistema di monitoraggio vengono esaminati per derivare il comportamento delle utenze a seconda di differenti condizioni al contorno (stagionalità, attività negli edifici in esame, temperatura, ecc.) e tramite analisi comparate (ad esempio, attraverso il paragone con benchmark specifici) vengono ricavate indicazioni di un fabbisogno energetico in linea con le aspettative, oppure vengono desunti i potenziali di risparmio laddove la richiesta energetica eccede il profilo ideale in alcuni periodi. In quest'ultimo caso, l'analisi dei dati del monitoraggio fornisce gli estremi per indirizzare ulteriori approfondimenti di analisi oppure fornisce direttamente informazioni sufficienti per la definizione e l'adozione di azioni correttive, mirate ad eliminare gli sprechi.

Le varie azioni di risparmio ed efficientamento implementate nel corso degli anni sugli edifici oggetto di monitoraggio contemplano ad esempio:

- La regolazione dei timer dei circuiti di alimentazione di utenze significative (ad es. unità di trattamento aria);

- L'installazione di nuovi timer;
- La gestione delle informazioni riguardanti i fermi didattici;
- La gestione del condizionamento estivo;
- Interventi sui circuiti luce e automazione.

Laddove le informazioni ricavate dal controllo dei consumi hanno suggerito l'implementazione di attività di analisi di dettaglio, l'infrastruttura di monitoraggio è stata ampliata e resa più fine. Vengono a questo titolo riportati i seguenti due casi studio:

Sull'edificio del Dipartimento di Economia sito in Darsena, grazie ad un finanziamento regionale di circa 120.000 euro, nell'ambito dell'estensione della Virtual Power Plant di Ateneo è stato realizzato un polo generativo con l'installazione di un impianto fotovoltaico, un sistema di accumulo e l'automazione di alcuni carichi.

L'edificio del Dipartimento di Economia presenta storicamente un consumo di energia elettrica significativo (1,2 GWh/anno, ovvero il 6% circa del consumo complessivo dell'Ateneo). Questo giustifica una campagna di monitoraggio continua e di dettaglio, per poter identificare le aree maggiormente energivore e di conseguenza impostare specifiche attività di audit finalizzate all'ottimizzazione dei consumi e conseguente contenimento della spesa.

A seguito delle attività di riorganizzazione ed efficientamento identificate, anche indirizzate dal monitoraggio dei consumi in essere e dagli interventi realizzabili, si prospetta un ulteriore potenziale di risparmio annuo dell'ordine del 10%.

Ulteriori dettagli delle attività inerenti questo progetto vengono forniti al Paragrafo 5.1.

Sull'edificio della Clinica Oculistica sono in fase di installazione misuratori per la lettura in tempo reale dei consumi di energia elettrica, con dettaglio per piano e per linee tecnologiche (condizionamento, centrale termica, centrale idrica, disaster recovery). In tutto sono previsti 13 misuratori, sottostanti al punto di consegna in Media Tensione, già sottoposto a monitoraggio da diversi anni.

L'edificio della Clinica Oculistica presenta storicamente un consumo specifico (kWh/mq/anno) significativo, rispetto agli altri edifici dell'Università. Questo giustifica una campagna di monitoraggio continua e di dettaglio, per poter identificare le aree maggiormente energivore e di conseguenza impostare specifiche attività di audit finalizzate all'ottimizzazione dei consumi e conseguente contenimento della spesa.

Il fabbisogno di energia elettrica della Clinica Oculistica è passato negli anni da 1,6 GWh/anno a 1,2 GWh/anno circa, a seguito di attività di riorganizzazione ed efficientamento, anche indirizzate dal monitoraggio dei consumi in essere. Questo miglioramento del dettaglio di monitoraggio consentirà un'analisi più accurata e conseguenti attività di ulteriore risparmio annuo anche questi dell'ordine del 10%.

L'esperienza inoltre intende sperimentare una tecnologia di raccolta dati poco invasiva, che potrebbe trovare un impiego a livello complessivo nell'Università per la contabilizzazione dei consumi elettrici per centri di costo.

ATTIVITA' SU PROGETTI DI AUTO GENERAZIONE FINANZIATI DA FILSE

Il Gruppo di Lavoro ha seguito le attività inerenti alla realizzazione dei progetti sottoelencati, di cui al contributo del POR CRO Regione Liguria 2007/2013 - asse 2 energia - azione 2.1 "Efficienza energetica e produzione di energia da fonti rinnovabili" - Enti pubblici.

- **Progetto n. 1:** "Installazione di un impianto solare fotovoltaico ai fini di autoproduzione di energia elettrica ed intervento di automazione degli impianti elettrici per il risparmio energetico – edificio di Via Vivaldi, 5 – Genova" Darsena; (valore 150.000 €.)
- **Progetto n. 2:** "Riqualificazione dell'impianto termico del palasport C.A. Romanzi (PALACUS) tramite integrazione con impianto a pompa di calore elio assistito (PCEAN) abbinato a centrale solare fotovoltaica – Viale Garibaldi, 54r – Genova"; (valore 250.000 €.)
- **Progetto n. 3:** "Realizzazione d'impianto solare termico presso la Clinica Chirurgica per la produzione di acqua calda sanitaria per edifici ove è svolta attività assistenziale – edificio di Largo R. Benzi, 8 – Genova"; (valore 300.000 €).

Il finanziamento complessivo ottenuto è pari all'80% del valore dei progetti stessi (circa 700.000 €), con ammontare quindi di circa 560.000 €.

Dettagli circa i singoli progetti sono riportati al Capitolo 5.

3 RISPARMIO ENERGETICO E ACQUISTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

3.1 Considerazioni Generali

La ristrutturazione del sistema elettrico Italiano risale al DL n.79/99, noto con il nome di “Decreto Bersani”, che recepisce le direttive dell’Unione Europea espresse nella CE 96/92 e liberalizza le attività di produzione, importazione ed esportazione, vendita ed acquisto dell’energia elettrica.

Il dispacciamento e la trasmissione dell’energia elettrica sono riservati allo Stato e sono a carico del GRTN (Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale), il quale è confluito nella Società Terna, proprietaria della rete di trasmissione. La distribuzione è invece svolta in regime di concessione rilasciata dal Ministro dell’industria, del commercio e dell’artigianato. I “clienti finali” possono essere classificati come “clienti vincolati” o “clienti idonei”. I primi comprano energia solo da distributori locali e non partecipano al mercato, mentre i “clienti idonei” possono scegliere i fornitori, stipulare contratti con i produttori e partecipare al mercato.

Tale liberalizzazione ha dunque portato sostanziali cambiamenti nella gestione energetica di tutti gli individui partecipanti al mercato dell’energia elettrica, introducendo novità quali l’autoproduzione, con conseguente possibilità di immettere energia in rete e l’opportunità di approvvigionarsi a un mercato libero, secondo condizioni da pattuire caso per caso. In tale scenario hanno sicuramente un ruolo rilevante le utenze aggregate di medie dimensioni, come gli Atenei.

Inoltre, la Strategia Energetica Nazionale (SEN) - documento del 2013 con cui vengono definiti gli obiettivi di sicurezza, qualità, indipendenza e di economicità nel mondo dell’energia e degli aspetti collegati all’ambiente - traccia linee guida mediante le quali assicurare per il paese un’energia più competitiva e sostenibile, riducendo la differenza del costo dell’energia rispetto agli altri paesi europei, raggiungendo gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti dal cosiddetto “Pacchetto Clima 20-20-20”, continuando a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e favorendo la crescita economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

Tra le priorità definite dalla SEN per il raggiungimento di tali obiettivi al 2020 spiccano i temi dell’efficienza energetica, dello sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili e dello sviluppo delle infrastrutture e del mercato elettrico.

In altre parole, **generazione, approvvigionamento e utilizzo “intelligente”** dell’energia sono oggi temi fondamentali delle politiche economiche e ambientali a livello mondiale e locale.

L’Università di Genova è storicamente impegnata in attività di ricerca sulle tematiche riguardanti la Generazione Distribuita, con progetti che riguardano le tipiche fonti (energie rinnovabili, celle a combustibile, cogenerazione, sistemi di accumulo) e le problematiche connesse all’inserimento in rete di questi impianti. Inoltre, i cambiamenti legislativi nell’ambito del mercato energetico sopra descritti richiedono anche importanti valutazioni di carattere tecnico ed economico e coinvolgono sempre più aspetti di gestione intelligente dei consumi elettrici.

L’Università ha quindi preso coscienza non soltanto di essere un attore prioritario nel settore della ricerca, ma di essere anche un importante operatore sul mercato, e di poter essere essa stessa oggetto di sperimentazione diretta di alcune delle soluzioni scaturite dalla ricerca. In questo scenario si colloca l’attività del Gruppo di Lavoro per il Risparmio Energetico di Ateneo, per ottimizzare l’acquisto e il consumo di Energia Elettrica ed operare in un’ottica di miglioramento continuo della gestione energetica dell’Ateneo.

3.2 Le componenti della bolletta e il prezzo dell'energia

La struttura del costo dell'energia elettrica è visualizzata nella seguente Figura 1. Per fornire un dato generale e di riferimento, almeno qualitativo, si è presa la composizione del prezzo relativa ad un utente domestico che usufruisce delle condizioni economiche fissate dall'Autorità per l'Energia Elettrica, il Gas e il Sistema Idrico (AEEG) per il regime di maggior tutela, fermo restando che i rapporti tra le varie componenti sono consistenti anche nel caso in cui si consideri un'utenza che operi sul libero mercato.

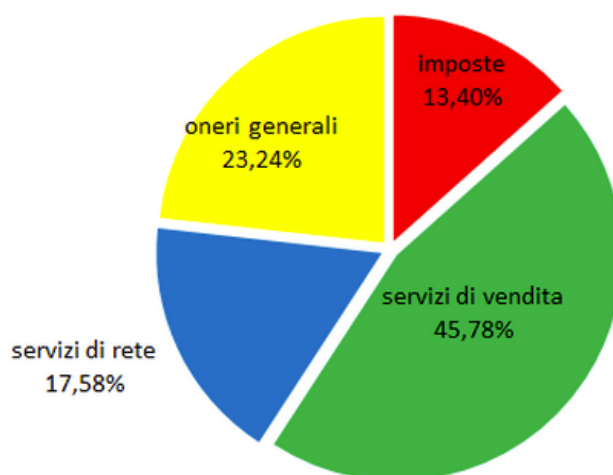


Figura 1 - Composizione percentuale della spesa per l'energia elettrica per il cliente domestico tipo in maggior tutela, I trimestre 2015
(fonte: AEEG)

In pratica, anche all'interno del mercato libero in cui i consumatori possono sottoscrivere contratti di acquisto col fornitore prescelto, non è possibile negoziare il 100% del prezzo dell'energia. Questo per la presenza di componenti che gravano sul prezzo, quali imposte, oneri di sistema e costi di trasporto, che vanno corrisposti a prescindere.

In particolare la voce 'Servizi di Vendita' (responsabile del 45,8% circa del prezzo complessivo) comprende:

- **prezzo dell'energia** - corrisponde al costo per l'acquisto dell'energia elettrica, comprensivo delle perdite sulle reti di trasmissione e di distribuzione. Trattasi, al netto delle perdite, della quota parte del prezzo dell'energia effettivamente negoziabile per gli utenti che operano sul mercato libero (come nel caso dell'Ateneo)
- **prezzo commercializzazione e vendita** - si riferisce alle spese che le società di vendita sostengono per rifornire i loro clienti.
- **prezzo del dispacciamento** - si riferisce alle attività per il mantenimento in costante equilibrio del sistema elettrico da parte di Terna. Il dispacciamento assicura che a ogni quantitativo di elettricità prelevato dalla rete per soddisfare i consumi, corrisponda un quantitativo uguale immesso dagli impianti produttivi

Prendendo a riferimento i dati del I trimestre 2015, dei 187 €/MWh (prezzo di riferimento per l'energia elettrica di un cliente domestico tipo, servito in maggior tutela) si può stimare che solo circa 85 €/MWh siano quelli associabili alla voce 'servizi di vendita' e di questi solo una quota parte (circa il 55%) associabile al prezzo negoziabile con il proprio fornitore sul libero mercato.

Le ulteriori componenti sono così articolate:

Servizi di rete: sono le attività di trasporto dell'energia elettrica sulle reti di trasmissione nazionali, di distribuzione locale e comprendono la gestione del contatore. Per i servizi di rete si corrisponde una tariffa fissata dall'Autorità.

Oneri Generali di Sistema: servono per pagare oneri introdotti da diverse leggi e decreti ministeriali, quali ad esempio (in ordine di incidenza sulla bolletta):

- incentivi alle fonti rinnovabili e assimilate (componente A3)
- promozione dell'efficienza energetica (componente UC7)
- oneri per la messa in sicurezza del nucleare e compensazioni territoriali (componenti A2 e MCT).
- regimi tariffari speciali per la società Ferrovie dello Stato (componente A4)
- compensazioni per le imprese elettriche minori (componente UC4)
- sostegno alla ricerca di sistema (componente A5),
- copertura del bonus elettrico (componente As),
- copertura delle agevolazioni per le imprese a forte consumo di energia elettrica (componente Ae)

Imposte: consistono nell'imposta nazionale erariale di consumo (accisa) e l'imposta sul valore aggiunto (IVA). L'accisa si applica alla quantità di energia consumata indipendentemente dal contratto o dal venditore scelto. L'IVA si applica sul costo totale della bolletta comprese le imposte erariali e provinciali.

3.3 Gara di Aggiudicazione della Fornitura di Energia Elettrica

L'Ateneo Genovese ha più volte modificato le proprie politiche di acquisto di Energia Elettrica nel corso di questi ultimi anni, anche a seguito dei cambiamenti normativi e del mercato. Questa condotta ha permesso di inseguire le condizioni di fornitura più favorevoli, secondo le esigenze e le opportunità anno per anno.

I contratti di fornitura all'Ateneo di energia elettrica coprono il periodo dal 1 Marzo al 28 Febbraio dell'anno successivo. Da un punto di vista operativo, le attività propedeutiche per la preparazione di un bando di fornitura cominciano prima del periodo estivo e si concludono con una gara pubblica che tipicamente si chiude entro la prima metà del mese di Novembre.

Di seguito un breve excursus delle modalità e condizioni di fornitura ottenute per il periodo 2012 – 2014.

Anno 2012

nel 2012 sono state redatte le linee guida tecniche per la stesura di un bando di gara per la fornitura 2013 (a coprire dal 01/03/2013 al 28/02/2014).

In fase di aggiudicazione, è stato stimato in 88.500 Euro il risparmio generato dalle tariffe medie ottenute dall'Università, rispetto alla Gara CONSIP "Energia Elettrica 10", pari al 4,80 % circa dell'ammontare complessivo del prezzo dell'energia (al netto di IVA e perdite di rete).

Anno 2013

nel 2013 sono state redatte le linee guida tecniche per la stesura di un bando di gara per la fornitura 2014 (a coprire dal 01/03/2014 al 28/02/2015)

All'interno di uno scenario economico in rapido cambiamento (vedi anche approfondimento al Paragrafo 4.2) il Gruppo di Lavoro ha svolto indagini relative alle modalità e condizioni economiche delle diverse possibilità di fornitura, avvalendosi, tra l'altro, dei dati provenienti dall'analisi delle bollette e degli strumenti di monitoraggio in tempo reale dei consumi. Stante anche un significativo ribasso dei prezzi fatto registrare dalla gara CONSIP EE 10, rispetto alla tendenza degli anni precedenti e rispetto agli attuali indicatori di mercato, in fase di aggiudicazione è stato stimato un onere di fornitura complessivo derivante dall'esito della gara sostanzialmente allineato al costo atteso da una fornitura aderente alla convenzione CONSIP EE 10.

Anno 2014

nel 2014 è stato affrontato lo studio di linee guida tecniche per la stesura di un bando di gara per la fornitura 2015 (a coprire 01/03/2015 al 29/02/2016).

Tuttavia, stante lo scenario previsionale del Consip Power Index in discesa e a valle dell'esperienza maturata col bando di gara relativo alla fornitura precedente (2014/15), a seguito di un'analisi dello scenario, la raccomandazione del Gruppo di Lavoro è stata quella di aderire alla convenzione Consip EE 12 in quanto i benefici attesi da una gara di fornitura non erano tali da giustificare gli oneri associati alle attività di messa a punto di un bando ad hoc.

4 ANALISI DEI CONSUMI

4.1 Evoluzione del sistema di monitoraggio in tempo reale dei consumi di Ateneo

La razionalizzazione dei consumi e l'efficientamento dell'utilizzo delle risorse energetiche è una delle molteplici applicazioni possibili di un sistema di monitoraggio. Il Gruppo di Lavoro ha messo a punto in questi anni e nei precedenti un sistema di monitoraggio in tempo reale del carico elettrico di Ateneo, per la valutazione della qualità dei consumi, per l'identificazione e la quantificazione degli sprechi e per individuare le opportunità di miglioramento. Altresì, il sistema di monitoraggio consente di effettuare un controllo permanente sull'evoluzione dei sistemi, in modo da consolidare nel tempo i risultati ottenuti.

Per mezzo di questa piattaforma viene effettuato il monitoraggio ed il controllo dei consumi elettrici dell'Ateneo, stimabili in circa 20 GWh/anno, tramite l'installazione di punti di misura presso utenze elettriche significative e la raccolta dei relativi valori di consumo in tempo reale.

Il funzionamento della piattaforma è improntato su un'architettura web-based, dove la raccolta dei dati sul campo avviene tramite una rete di misuratori, che convertono in tempo reale i dati grezzi in dati numerici, archiviano localmente le informazioni e le trasferiscono ad un server centrale mediante sistemi di comunicazione standard (TCP/IP, GPRS). Nel server centrale risiede un data base, che storicizza e struttura i dati secondo logiche predeterminate, e la logica applicativa, che elabora i dati, li combina con parametri esogeni (economici, meteorologici, di calendario, logistici) e li rende disponibili agli utenti sotto forma di grafici, sinottici e tabelle, consultabili tramite interfaccia web.

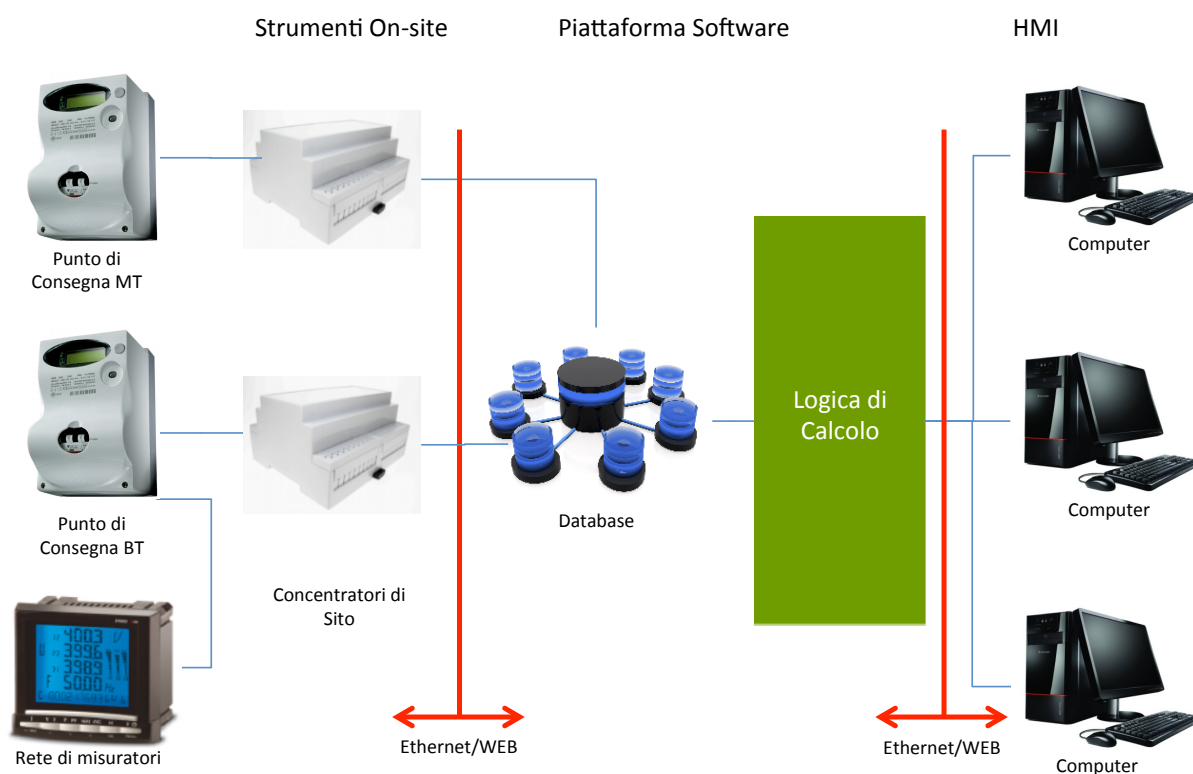


Figura 2 – schema funzionale sistema di monitoraggio dei consumi in tempo reale

Attualmente il piano di monitoraggio prevede:

- La raccolta dei dati di consumo (Potenza Attiva e Potenza Reattiva) da 19 punti di misura in media tensione (corrispondenti ad altrettanti punti di consegna e costituenti circa il 90 % dei consumi di energia elettrica dell'Ateneo)
- La raccolta dei dati di consumo (Potenza Attiva e Potenza Reattiva) di 13 punti di misura in bassa tensione relativi a specifiche utenze della Clinica Oculistica dell'Università di Genova. L'intervento si inquadra nell'ambito di un'attività di ricerca finalizzata allo studio del comportamento di specifiche utenze all'interno di un grosso edificio, per determinarne con maggiore esattezza il fabbisogno energetico reale rispetto all'attuale consumo. Inoltre i misuratori installati (13 in totale, di cui due con funzioni di gateway) sfruttano una tecnologia ad onde convogliate per la comunicazione tra loro dei dati di misura direttamente attraverso i cavi di alimentazione, con conseguente significativo contenimento dei costi di installazione.
- La raccolta dei dati di consumo (Potenza Attiva e Potenza Reattiva) di 13 punti di misura in bassa tensione relativi a specifiche utenze sottese alle cabine di trasformazione MT/BT del Palazzo delle Scienze.
- La raccolta dei dati di produzione dell'impianto fotovoltaico e del sistema di accumulo al Litio installati presso l'edificio del Dipartimento di Economia sito in Darsena (vedi anche Paragrafo 5.1).

Osserviamo come la raccolta dei dati di consumo dalle utenze monitorate rappresenti quasi il 90% dei consumi totali dell'Ateneo. Nella seguente Tabella viene riportata una fotografia dei punti di consegna dell'energia elettrica.

Tabella 1 - Poli di consumo

Sito	Descrizione	Utenze MT			Utenze BT			Totale (kWh/anno)
		Numero	Consumi (kWh/anno)	% su totale	Num	Consumi (kWh/anno)	% su totale	
1	Amm. Centrale	3	1.033.834	5,7%	44	836.095	4,6%	1.869.929
2	Ingegneria	4	2.070.295	11,5%	6	36.333	0,2%	2.106.628
3	Economia	1	975.833	5,4%	2	131.725	0,7%	1.107.558
4	Medicina	7	6.763.953	37,4%	3	88.466	0,5%	6.852.419
5	Farmacia	1	887.149	4,9%	1	388	0,0%	887.537
6	Valletta Puggia	3	3.774.396	20,9%	-	-	0,0%	3.774.396
7	Architettura	-	-	0,0%	5	439.448	2,4%	439.448
8	Ingegneria (fiera)	-	-	0,0%	1	349.624	1,9%	349.624
9	Ex Eridania	1	505.004	2,8%	-	-	0,0%	505.004
10	Altre Utenze	-	-	0,0%	10	181.124	1,0%	181.124
Tot		20	16.010.464	88,6%	72	2.063.203	11,4%	18.073.667

La figura che segue riporta in modo grafico su una cartina di Genova la distribuzione dei poli di consumo sul territorio e il peso di ciascun polo sul consumo complessivo dell'Ateneo, rappresentando l'entità del consumo con un cerchio, tanto più grande quanto maggiore il peso. I consumi relativi ai PoD in BT sono rappresentati in blu, quelli relativi a PoD in MT sono rappresentati in rosso.

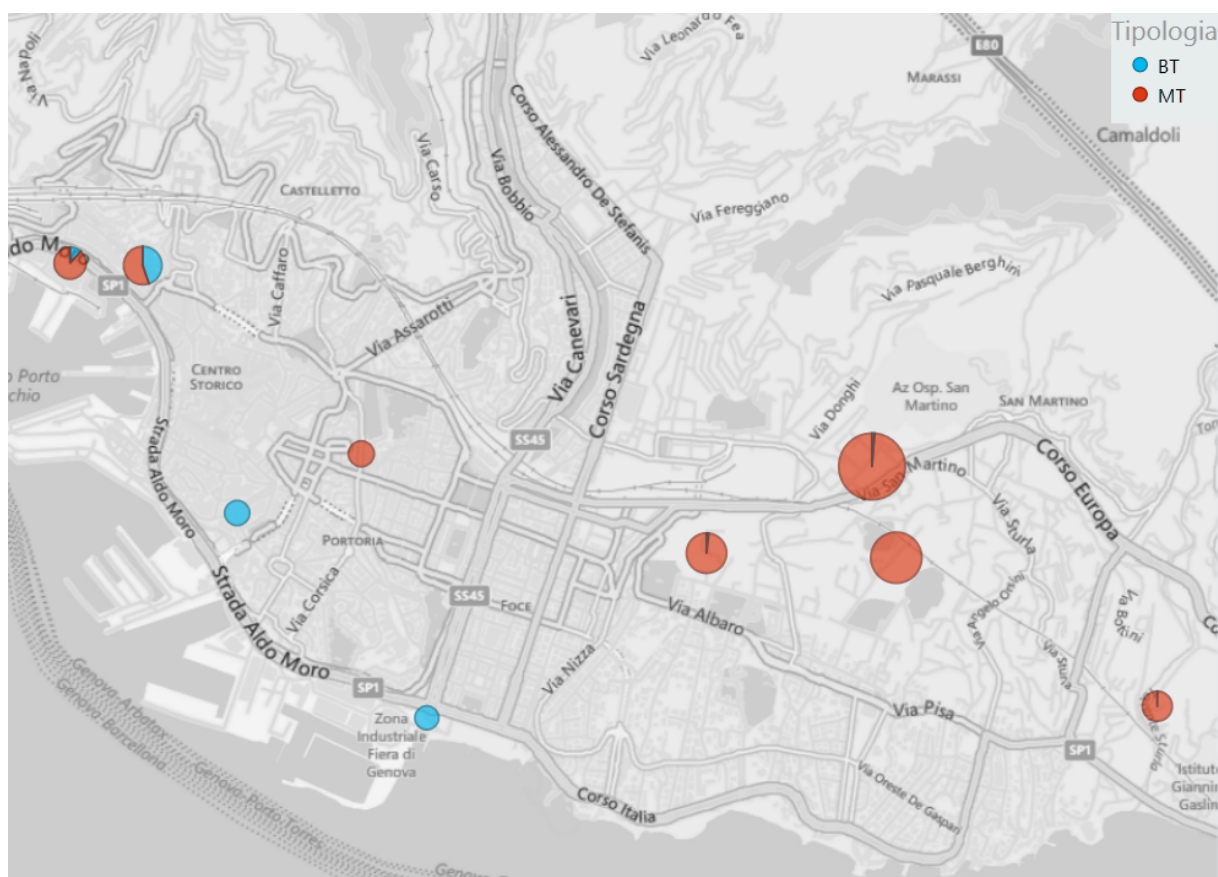


Figura 3 – disposizione dei poli di consumo e loro peso sul totale

4.2 Storico di Esercizio

I dati storici cumulati dimostrano come i consumi annuali di energia elettrica dell'Università abbiano avuto un trend di sostanziale crescita fino al 2004, tipicamente per la continua installazione di nuovi gruppi di climatizzazione. E' visibile altresì come, con l'inizio delle attività di monitoraggio del carico, auditing e gestione dei consumi, tale tendenza si sia prima arrestata, quindi invertita.

L'andamento della spesa è ovviamente correlato ai consumi, ma risente fortemente del prezzo dell'energia e cioè dell'andamento dei mercati dei combustibili fossili.

Infatti, la generazione in Italia si basa ancora per la maggior parte sull'utilizzo di impianti termoelettrici e il mercato dell'energia elettrica è fortemente legato a agli indici economici di gas naturali, petrolio e derivati, reagendo rapidamente alle loro tendenze prevalentemente inflattive, che hanno caratterizzato questi anni. Tuttavia, nell'ultimo periodo la dinamica dei prezzi dell'energia elettrica si è complicata per effetto di alcuni aspetti di rilievo che vale la pena di segnalare:

- *Riduzione della domanda* - in un contesto di perdurante crisi economica, la domanda di energia elettrica è bassa per la sensibile riduzione dei consumi industriali e il contesto fa sì che gli impianti di produzione termoelettrica (nella fattispecie, quelli a gas) vengano in molte ore del giorno tenuti in esercizio al minimo tecnico.

A fronte infatti di una decrescita progressiva del Pil reale, la richiesta elettrica in Italia si è portata sui 300 TWh/anno, segnando un mercato e progressivo calo su base annua. Gli effetti del debole quadro macroeconomico sull'andamento della domanda elettrica emergono con forza guardando alla composizione settoriale dei consumi, da cui si evince come quelli industriali,

fisiologicamente più elastici all'andamento della domanda aggregata, registrino i ribassi più marcati.

- *Sovracapacità produttiva*: a fronte della depressione della domanda elettrica si riscontra viceversa un aumento della capacità installata, trainata dalla diffusione della generazione rinnovabile non programmabile, con particolare riferimento a quella fotovoltaica, figlia delle politiche incentivanti. Di contro la potenza termica installata vede una sostanziale stagnazione della capacità di generazione, con particolare riguardo ai cicli combinati, conseguenza diretta dell'incremento dell'eccesso d'offerta e di un parco di generazione sovradimensionato in relazione alle dinamiche della domanda attuale.
- *Calo del prezzo del petrolio (e derivati)*: sempre a causa dello scenario consolidato di crisi economica, a partire dal 2012 le quotazioni europee delle commodities energetiche di riferimento per il parco termoelettrico italiano hanno mostrato, per la prima volta negli ultimi anni, andamenti tra loro eterogenei e solo in parte in linea con la propensione prevalentemente rialzista osservata nel corso del biennio precedente 2010 - 2011.
- *Effetto della generazione rinnovabile sul prezzo dell'energia*: il decremento del PUN sul mercato del giorno prima (MGP) è molto più marcato nelle ore del picco diurno, per via del contributo del fotovoltaico, che abbassa i prezzi, producendo così a costi marginali nulli quando c'è la concorrenza del FV nel picco diurno, i prezzi sono cresciuti in maniera anomala nel picco serale, quando, con il FV fuori gioco, gli operatori del termoelettrico possono rifarsi dei mancati guadagni del giorno. *Accade quindi sempre più spesso che l'energia costi di più nel periodo 'fuori picco' che in quello di 'picco'.*

In virtù di quest'ultimo aspetto in particolare, si osserva come l'attuale contratto di fornitura dell'energia elettrica dell'Ateneo (in essere dal 1 Marzo 2015) sottostante alla convenzione Consip Energia Elettrica 12, identifichi per la fascia oraria di tariffazione F2 un prezzo superiore a quello identificato per la fascia oraria di tariffazione F1.

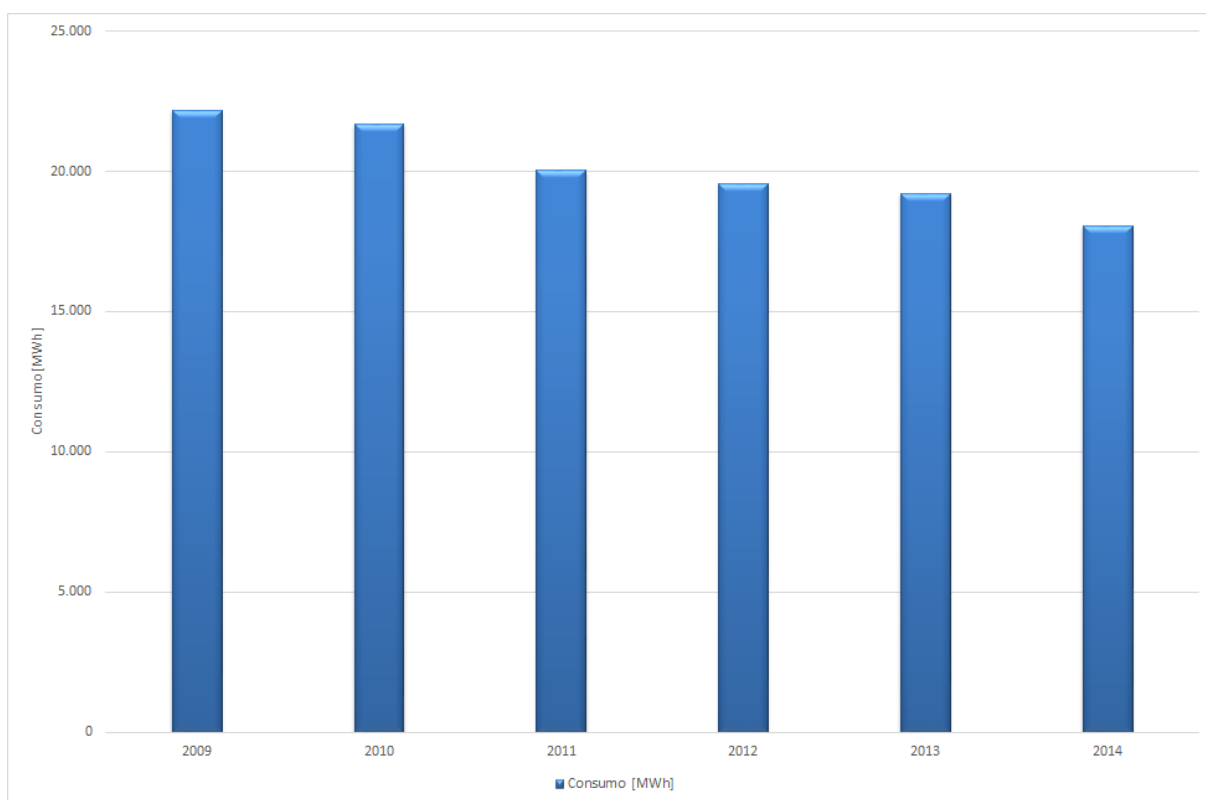


Figura 4 – andamento del consumo di energia elettrica dell'Ateneo genovese, anni 2009 - 2014

Entrando nel merito, si possono suddividere questi consumi elettrici in due grandi categorie, a seconda della tipologia di utilizzo:

- Uso per applicazioni tecnologiche, per alimentazione di apparecchiature di ricerca;
- Uso per servizi, principalmente costituiti dalle centrali frigorifere di produzione di acqua refrigerata, utilizzata sia per raffreddamenti “tecnologici” (costantemente in funzione 24 h/gg, per 365 gg/anno), che per la climatizzazione civile stagionale.

L’energia elettrica assorbita per usi “tecnologici” è per l’Ateneo una necessità intrinseca alla propria attività, quindi non condizionabile, se non per quanto riguarda l’eliminazione di sprechi o abusi, o la razionalizzazione dei tempi di utilizzo. E’ invece possibile intervenire con piani di razionalizzazione sui consumi legati ai servizi, al fine di ottimizzare la spesa per l’energia elettrica.

4.3 Casi Studio

Di seguito si riportano alcune esperienze di studio effettuate nel periodo in esame, che riguardano in particolare:

- Il Dipartimento di Scienze per l'Architettura
- Il Dipartimento di Fisica
- Il Palazzo delle Scienze
- L'attività di calcolo dell'impronta di carbonio dell'Ateneo

4.3.1 Dipartimento di Scienze per l'Architettura

Nel mese di Gennaio 2014 è stata effettuata un'analisi preliminare dei consumi di energia elettrica dell'edificio ospitante il Dipartimento di Scienze per l'Architettura (DSA) della Scuola Politecnica dell'Università di Genova, con lo scopo di evidenziare il comportamento generale dell'utenza, quale inizio di un percorso di studio delle modalità di consumo, finalizzato all'efficientamento e al risparmio energetico.

Lo studio è stato compiuto avendo come dati in input il dettaglio dei consumi di energia elettrica del DSA, rilevati con dettaglio orario, per i mesi tra Marzo 2013 e Novembre 2013, inclusi. La fornitura di energia elettrica del DSA avviene attraverso un punto di consegna di bassa tensione (BT a 400V) e il consumo globale è di circa 400 MWh/anno.

Sulla base dei dati di consumo a disposizione, sono stati calcolati alcuni indici di performance significativi, quali:

- Il rapporto tra i consumi consuntivati nella fascia oraria di picco ($F1^1$), rispetto a quelli delle fasce fuori picco ($F2+F3$). Tale indice fornisce un'indicazione della concentrazione dei consumi rispetto alle fasce orarie, che dovrebbe essere congruente con le attività diurne e notturne dell'edificio in esame. Per il DSA il calcolo di detto rapporto ha restituito un valore pari a 3,3 indicativo di come i consumi durante le ore notturne rappresentino circa 1/3 di quelli registrati durante le ore diurne. Un tale valore rappresenta un comportamento in linea con l'effettiva operatività dell'edificio, anche se la letteratura indica valori di 5 - 6 per edifici adibiti ad uso ufficio, nei quali l'attività notturna è poco rilevante.
- Per un'analisi più approfondita delle modalità di consumo, specie del base-load notturno e dei cicli di lavoro di alcuni carichi preponderanti, è stato elaborato ed esaminato l'andamento tipico della curva di carico giornaliera dell'utenza considerata. La curva di carico giornaliera rappresenta l'andamento del fabbisogno di potenza nell'arco delle 24 ore. Questo calcolo è stato eseguito raggruppando i dati di consumo per stagione, per evidenziare l'eventuale presenza di elementi affetti da stagionalità (ad esempio la climatizzazione degli ambienti) nella domanda di energia. All'interno della divisione stagionale viene compiuta un'ulteriore classificazione dei dati, separando i consumi relativi ai giorni festivi da quelli relativi ai giorni feriali. La seguente Figura 5 riporta le curve elaborate.

¹ F1 sono le ore di picco: 8:00 – 19:00 dei giorni lunedì - venerdì
 F2 sono le ore intermedie: 7:00 – 8:00 e 19:00 – 23:00 dei giorni lunedì-venerdì
 7:00 – 23:00 del sabato
 F3 sono le ore fuori picco: 00:00 – 7:00 e 23:00 – 24:00 dei giorni lunedì-sabato
 tutte le ore per domenica e festivi

periodo invernale (Novembre, Gennaio e Febbraio): curva blu;

- *giorni feriali* (Lun – Ven): curva viola;
- *giorni festivi* (giorni non lavorativi): curva magenta;

periodo estivo (Giugno, Luglio e Agosto): curva verde chiaro;

- *giorni feriali*: curva rossa
- *giorni festivi*: curva verde scuro

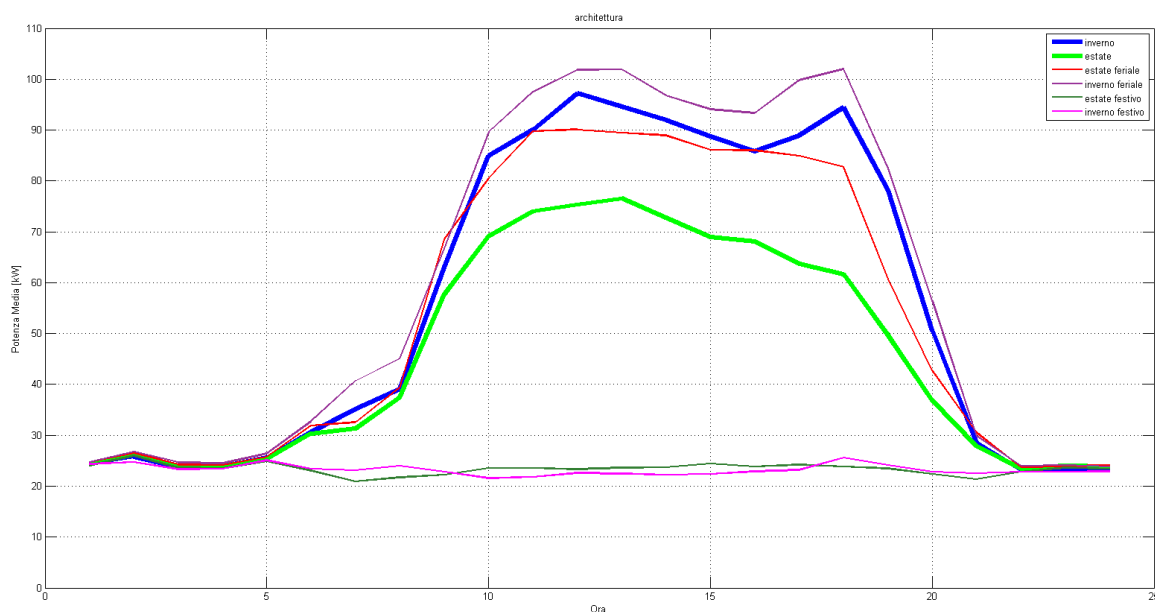


Figura 5 – DSA, curve tipiche di consumo

L'andamento delle curve tipiche descrive il comportamento della struttura e delle persone che vi operano all'interno. I punti di variazione di pendenza della curva (alle 5 e alle 22) nei giorni feriali, consistenti nell'arco di tutti i mesi analizzati, suggeriscono la presenza un'utenza preponderante, che determina l'andamento del consumo del sito in analisi. Sugli orari di accensione / spegnimento di tale utenza / gruppo di utenze, sarebbe opportuno effettuare un'analisi accurata, per accertare l'effettivo fabbisogno di un ciclo di lavoro siffatto, specialmente andando ad individuare un ipotetico inizio delle attività lavorative intorno alle 8 del mattino e una fine attività intorno alle 19. I consumi nel periodo invernale nei giorni feriali risultano essere più elevati, rispetto a quelli estivi. Il base load (zoccolo di potenza media sempre richiesta) è di circa 25 kW sia in inverno che in estate.

4.3.2 Dipartimento di Fisica

Intervento Ombreggiamento Lucernari

Il Dipartimento di Fisica presenta a copertura un ampio lucernario costituito da circa 200 vetrocamere per una superficie totale di 500 m² (vedasi da Figura 6 a Figura 9). Data l'esposizione a sud-ovest della falda di lucernari, questi ultimi risultano soggetti ad un intenso irraggiamento solare che causa dilatazioni termiche e conseguenti problemi di infiltrazioni in corrispondenza dei giunti e delle guarnizioni.



Figura 6 - Orientazione del Dipartimento Fisica

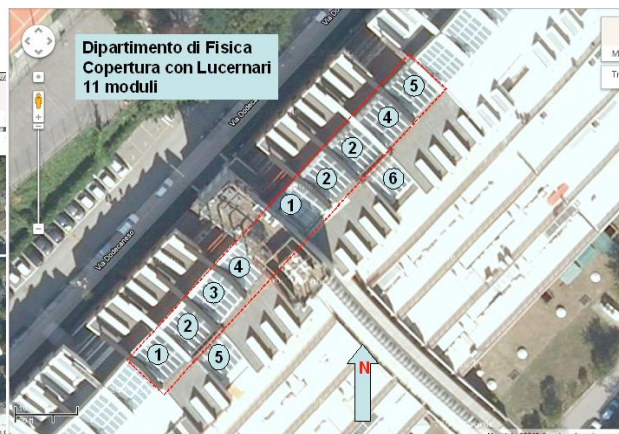


Figura 7 - Vista d'insieme del Dipartimento

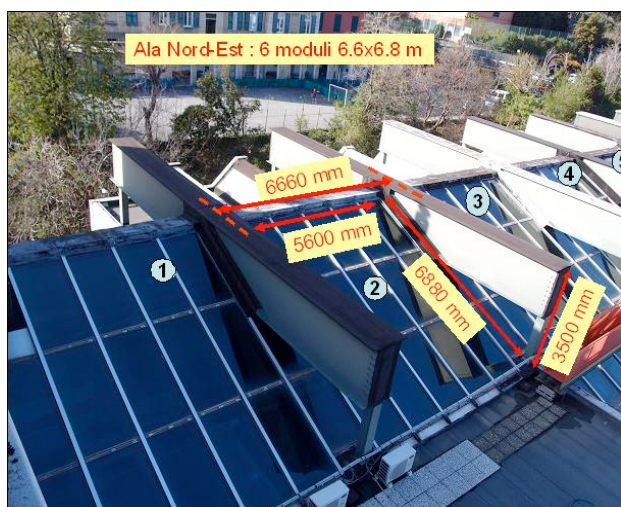


Figura 8 - Lucernari ala NE



Figura 9 - Lucernari ala SO

La struttura del lucernario presenta inoltre significativi aspetti critici sotto il profilo dei consumi energetici e del confort nel periodo estivo, in quanto il progetto originale non prevedeva schermature frangisole.

Per raffrescare i locali situati ai piani 7° ed 8° sottostanti i lucernari vengono impiegati a rotazione 3 gruppi frigo da 50 kW con un assorbimento indicativo di 80.000 kWh/anno, corrispondente a circa 16.000 €/anno.

Allo scopo di ridurre le spese di condizionamento estivo, migliorare il comfort dei locali sottostanti e possibilmente ridurre le infiltrazioni d'acqua sono stati valutati diversi possibili interventi, tra cui l'installazione di una falda di pannelli fotovoltaici, di lamelle frangisole, di tende schermanti o di pellicole riflettenti a controllo solare. Data la vetustà delle vetrocamere, la necessità di effettuare

periodici interventi di manutenzione sui lucernari per eliminare le infiltrazioni d'acqua e considerazioni di economicità, gli uffici tecnici di Ateneo hanno infine optato per l'ultima opzione, cioè per le pellicole riflettenti.

L'intervento di installazione, effettuato nell'autunno 2013, ha consentito di posizionare sulle vetrocamere le pellicole a controllo solare costituite da un film metallico semiriflettente supportato da un substrato polimerico dello spessore di 75 micrometri. In questo modo il fattore solare g delle vetrocamere (definito come rapporto tra l'energia termica radiante globalmente trasmessa dalla vetrocamera e quella incidente su di essa) è stato ridotto da 0.5 a 0.12 circa.

Contestualmente sono state ripristinate in toto le guarnizioni in silicone poste a tenuta tra le vetrocamere ed i telai di supporto, in modo da eliminare le sorgenti di infiltrazione attribuibili ai difetti delle guarnizioni usurate e da aumentare la vita residua a copertura. Infine allo scopo di ridurre le dilatazioni termiche a cui sono sottoposti i telai, questi sono stati coperti con una vernice termoisolante che presenta una riflessione energetica superiore al 92%.

Dopo la prima stagione estiva di esercizio una stima preliminare dei consumi successivi all'intervento indica un risparmio nella bolletta dell'impianto di condizionamento è risultato dell'ordine di 16.000 kWh/anno elettrici, corrispondenti a circa 3.500 €/anno. Tenuto conto che la stagione estiva 2014 è risultata meno calda della media (aspetto che può aver inciso nella misura di circa il 8 ÷ 10 % per il minor consumo totale annuale), il risparmio effettivo può essere cautelativamente stimato pari a circa 3.000 €. Se la tendenza verrà confermata negli anni successivi, l'ammortamento dell'intervento potrebbe avvenire in circa 10 anni. Contestualmente alla riduzione dei consumi elettrici si è riscontrato un significativo miglioramento del confort estivo nei locali al 7° e 8° piano sottostanti ai lucernari e l'eliminazione di quelle infiltrazioni d'acqua che avevano origine in corrispondenza delle guarnizioni in silicone usurate.

Sostituzione corpi illuminanti con unità a basso consumo LED

Un ulteriore intervento presso il Dipartimento di Fisica ha riguardato la sostituzione dei corpi illuminanti con unità a basso consumo LED.

Con l'intenzione di intervenire sui costi legati all'illuminazione degli spazi comuni, sono stati interessati dall'intervento i corpi illuminanti riguardanti corridoi e corpo scale dell'edificio, distribuiti su 8 piani, che risultano accesi sull'arco delle 24 ore per garantire l'agibilità dei laboratori anche nelle ore serali e notturne. Si tratta di circa 380 tubi al neon corrispondenti ad una potenza complessiva di 14.700 kW.

Nel corso del 2014 si è proceduto alla realizzazione di un impianto di illuminazione notturna a LED, costituito da 91 punti luce da 15 W, azionato da un timer che consente di spegnere l'impianto esistente a tubi neon dalle ore 20.00 alle ore 06.00. L'assorbimento di potenza netta risparmiato corrisponde a circa 13 kW, e considerando circa 5.000 ore annue di utilizzo, si ricava un risparmio nell'ordine dei 65.000 kWh/anno ed un conseguente risparmio stimabile in circa 13.000 €/anno, che consente un tempo di ritorno dell'investimento per l'intervento nell'ordine dell'anno. L'intervento è stato interamente finanziato sul bilancio del Dipartimento di Fisica.

Un analogo intervento è in corso per ripristinare l'illuminazione dell'Aula Magna, sostituendo i 65 tubi al neon da 58 W con led da 15 W. Anche in questo caso si può stimare un risparmio di circa 1.000 €/anno

4.3.3 Palazzo delle Scienze

Il Palazzo delle Scienze ospita la sede centrale del Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV). Con la Palazzina delle Scienze e le sezioni di Viale Benedetto XV, forma il polo didattico di San Martino. La seguente Figura 10 ne riporta una semplice planimetria.

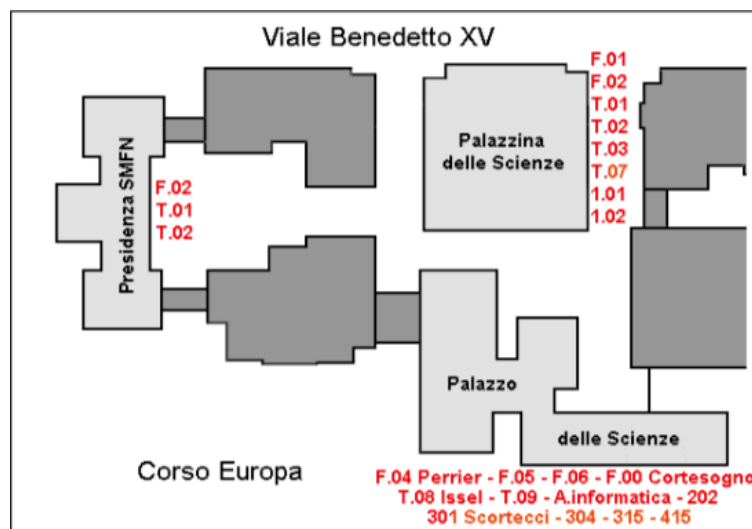


Figura 10 – Planimetria del Palazzo delle Scienze

Sul Palazzo delle Scienze è stata effettuata un'attività di ricerca, utilizzando lo storico dei consumi di energia elettrica sulla base dei dati raccolti dal sistema di monitoraggio in tempo reale (vedi anche Paragrafo 4.1). In particolare, si è impostato un modello dei consumi per stabilire i profili di carico delle utenze più significative o aggregati di queste, utile allo studio di dettaglio del fabbisogno di energia elettrica, laddove manchi un monitoraggio delle singole linee e gli unici dati a disposizione (come nel caso in questione) siano quelli relativi al punto di consegna, a monte di tutto. Inoltre, tale modello costituisce un benchmark 'ideale' di riferimento in quanto restituisce le curve di carico del sistema calcolate secondo il fabbisogno presunto di energia elettrica (quindi, al netto di eventuali consumi spuri, costituenti sprechi di energia). La conoscenza approfondita dei profili di utilizzo dell'energia da parte delle strutture costituisce infatti un punto di partenza fondamentale per ogni intervento finalizzato all'efficienza.

Si è utilizzato il caso studio di Palazzo delle Scienze per affinare un modello matematico basato su un approccio "bottom-up", utile per stabilire il profilo di carico della struttura attraverso un processo di sintesi, di seguito brevemente descritto:

- Censimento ed analisi dei carichi della struttura (tipologia, dati di targa);
- aggregazione delle singole utenze in base alle caratteristiche di funzionamento e aggregazione delle diverse tipologie di utenze;
- introduzione di parametri esogeni (per riprodurre i fattori che influenzano la domanda di energia, differenziando a seconda dei diversi periodi dell'anno e del tipo di giorno (feriale o festivo)).
- calcolo dei profili di carico e conseguente fabbisogno energetico, sulla base dei diversi periodi di funzionamento e dei fattori esogeni considerati;
- confronto con le curve di carico reali, come ricavate dal monitoraggio al punto di consegna e conseguente aggiustamento dei profili di carico calcolati
- ripartizione dei consumi reali sugli aggregati di carichi precedentemente identificati e sugli eventuali singoli carichi preponderanti.

Per lo studio sono stati presi in considerazione 5 diversi periodi, a seconda della stagione, al tipo di giorno (feriale o festivo) e in base al calendario dell'attività universitaria, sia didattica che di ricerca. In particolare:

1. Inverno feriale durante le lezioni: il profilo ideale di consumo derivato dal modello evidenzia come il consumo reale nelle ore notturne sia piuttosto elevato e passibile di analisi di dettaglio. La fase centrale della giornata e di discesa del carico sono invece abbastanza bene riprodotte soprattutto per quanto riguarda il valore massimo. Inoltre vengono evidenziati 2 picchi di consumo nelle ore centrali della giornata, non riprodotti dal modello e dovuti ad attività che nella fase di definizione dei profili non è stata prevista. Anche in questo caso, vengono quindi evidenziati ambiti di approfondimento di studio.

2. Inverno feriale durante la pausa didattica: in questo caso, il profilo ideale di consumo derivato dal modello evidenzia come il consumo reale nelle ore notturne sia piuttosto elevato e passibile di analisi di dettaglio. Invece l'andamento del fabbisogno durante le ore centrali della giornata e durante la fase serale di discesa del carico riflette molto fedelmente la curva 'ideale' calcolata dal modello.

3. Estate feriale: il profilo complessivo di consumo teorizzato ricalca molto fedelmente quello reale durante le ore centrali della giornata, tuttavia il modello evidenzia una fase di presa di carico (nelle ore mattutine) anticipata, rispetto a quanto derivato dal calcolo. Si nota anche in questo frangente uno scostamento significativo durante la fase notturna, nella quale i consumi misurati della struttura risultano elevati rispetto a quelli calcolati col modello. Entrambi i predetti scostamenti forniscono indicazioni per ulteriori attività di misura ed approfondimento.

4. Inverno festivo: l'andamento del fabbisogno preso a riferimento dal modello per i giorni festivi invernali è stato derivato in analogia a quanto fatto per il funzionamento atteso dei carichi durante le ore *notturne* del periodo invernale feriale. I dati reali mostrano invece un consumo sensibilmente superiore a quanto calcolato dal modello, evidenziando pertanto l'esistenza di attività energivora, passibile di approfondimento.

5. Estate festivo: considerazioni analoghe a quanto appena osservato per il periodo invernale valgono anche per le giornate festive del periodo estivo. In questo caso, i dati monitorati evidenziano un consumo più aleatorio, con picchi che si ripetono durante tutto l'arco della giornata, mentre le curve di consumo tipico risultano in generale più elevate, rispetto a quelle del periodo invernale. Tali differenze riscontrate rispetto all'analogo periodo invernale sono congruenti ad un profilo che evidenzia la presenza anche di una significativa componente di consumo attribuibile al condizionamento.

Il precedente studio ha identificato zone passibili di ulteriore studio e potenziali di risparmio di energia elettrica. Al di là degli interventi tecnici e strutturali mirati ad aumentare l'efficienza energetica della struttura e degli impianti, sempre possibili, i profili di consumo del Palazzo delle Scienze hanno evidenziato la possibilità di ridurre i consumi di energia elettrica tramite l'identificazione puntuale e l'eliminazione di consumi spuri e non necessari, implementando best practices nell'utilizzo degli impianti e servizi, specie durante i periodi in cui l'attività didattica e di ricerca (notturni e festivi) è da ritenersi minima o del tutto assente.

4.3.4 Calcolo dell'impronta di carbonio dell'Ateneo

La gestione dei cambiamenti climatici e la riduzione delle emissioni di gas serra risultano oggi una delle principali sfide per la sostenibilità. La consapevolezza del problema che, nel corso degli ultimi trent'anni, si è andata consolidando in pareri convergenti all'interno della comunità scientifica, si sta spostando ora verso il decisore pubblico, influenzando il futuro orientamento dell'economia globale e conseguentemente il comportamento dei singoli individui.

Secondo quanto riportato dalla direttiva europea 2010/31/UE, più conosciuta come direttiva per la progettazione di “Edifici ad energia quasi zero”, gli edifici sono responsabili del 40% del consumo europeo di energia. L’efficienza energetica nel settore delle costruzioni riveste quindi un’importanza cruciale considerando anche che il consumo energetico è destinato ad aumentare e la sua riduzione e l’utilizzo di energia da fonti rinnovabili, almeno nel settore edile, costituiscono misure necessarie per ridurre la dipendenza energetica e le emissioni di gas serra.

In tale contesto, pare di rilievo il ruolo che le Pubbliche Amministrazioni possono recitare, decidendo di avviare volontariamente programmi di abbattimento delle emissioni ed elaborando un quadro normativo in cui vengono fissate le regole per l’approvazione dei programmi stessi e per la verifica delle riduzioni delle emissioni conseguite. In particolare, le Università possono svolgere un ruolo significativo nella promozione della riduzione delle emissioni attraverso azioni che:

- contribuiscono direttamente alla riduzione degli impatti sul clima, che per una struttura universitaria di medie dimensioni possono essere di circa 4.000 tonnellate di CO₂eq./anno per quanto riguarda le emissioni derivanti dall’uso dei combustibili e dell’energia elettrica, ma che diventano ben più significative se si considera l’indotto relativo alla mobilità degli studenti, ai servizi di ristorazione, residenza e annessi impianti sportivi;
- contribuiscono alla formazione culturale degli studenti, che devono poter vedere le buone pratiche di gestione delle emissioni applicate al loro stesso luogo di formazione, per poter poi essere pronti a recepire e applicare le normative e le buone pratiche nella loro vita privata, e quando si troveranno ad avere ruoli tecnici o direttivi in aziende o altre organizzazioni pubbliche o private.



L’Università di Genova per le ragioni sopra esposte, sta definendo presso la propria sede una serie di azioni volte a migliorare il proprio ruolo sociale, oltre che a ridurre il proprio impatto ambientale sia diretto che indiretto. In tale specifico ambito, l’Ateneo ha stipulato nel 2014 un “Accordo volontario finalizzato all’analisi, riduzione e neutralizzazione dell’impatto sul clima dell’Ateneo” con il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Tale accordo rientra nell’ambito delle attività ministeriale che ha promosso accordi con, istituzioni pubbliche, tra le quali sono presenti sette Atenei, e circa duecento imprese private, che mira allo sviluppo di programmi di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.

Con tale accordo l’Università si è impegnata in primo luogo ad effettuare un’analisi di calcolo dell’impronta di carbonio, Carbon Footprint. La Carbon Footprint consiste in una determinazione quantitativa delle emissioni di gas serra, in termini di tonnellate di CO₂ emessa, associate alla realizzazione dei servizi erogati dall’Ateneo. Il calcolo della Carbon Footprint viene realizzato dal Centro per lo Sviluppo della Sostenibilità dei Prodotti (CE.Si.S.P.) dell’Università di Genova, utilizzando competenze tecniche e scientifiche interne all’Ateneo. Il team di ricercatori, con il supporto degli esperti del Ministero dell’Ambiente, definisce le emissioni di gas serra emesse dall’Ateneo nell’effettuazione delle proprie attività, e individua le possibili azioni di miglioramento sviluppando un piano di riduzione graduale delle emissioni.

La riduzione delle emissioni di gas serra è principalmente correlata alla riduzione dei consumi energetici, che permette di apportare riduzioni dei costi energetici dell’Ateneo stesso e di deputare conseguentemente l’impiego di maggiori risorse alle finalità prioritarie dell’Ateneo quali la didattica e la ricerca.

L'analisi preliminare per il calcolo dell'impronta coinvolgerà tutto l'Ateneo e prenderà in considerazione le emissioni relative alla gestione della struttura (consumi elettrici, termici ed idrici), alla mobilità degli studenti e del personale docente e non docente, al ciclo dei rifiuti e agli acquisti. Per procedere con l'inventario delle emissioni di gas serra nelle diverse fasi, sarà messa a punto un'adeguata metodologia sulla base delle procedure tecniche standardizzate e riconosciute a livello internazionale.

Nella seconda fase di questo lavoro, saranno evidenziate le possibili azioni di miglioramento e implementate modalità per il monitoraggio delle riduzioni di gas serra. Tali risparmi possono essere raggiunti ottimizzando i servizi di Ateneo da un punto di vista gestionale, senza prevedere necessariamente interventi strutturali onerosi, contribuendo inoltre alle attività di contenimento della spesa economica tramite la riduzione dei consumi energetici.

5 PROGETTI DI AUTOPRODUZIONE E GESTIONE DELL'ENERGIA

Nell'ambito del Bando Azione 2.1 delle Regione Liguria "Efficienza energetica e produzione di energia da fonti rinnovabili – enti pubblici" pubblicato in data 08/07/2009, il gruppo di Lavoro sul Risparmio Energetico dell'Università di Genova ha ottenuto il finanziamento per tre progetti relativi ad interventi per la realizzazione di impianti di autoproduzione elettrica e termica, di cui i paragrafi seguenti presentano una breve sintesi.

5.1 Virtual Power Plant di Ateneo: polo generativo presso il Dipartimento di Economia

5.1.1 Generalità

Il progetto in questione tratta di "Installazione di un impianto solare fotovoltaico ai fini di autoproduzione di energia elettrica e intervento di automazione degli impianti elettrici per il risparmio energetico – edificio di Via Vivaldi, 5 – Genova". Responsabile Unico del Progetto è stato l'Ing. Raffaele Picollo, principalmente supportato dal Prof. Federico Silvestro.

L'intervento è localizzato presso l'edificio scolastico sede del Dipartimento di Economia e Commercio dell'Università degli studi di Genova.

L'edificio in esame presenta una volumetria complessiva lorda di circa 59.000 mc ed è climatizzato interamente. Tramite il monitoraggio in tempo reale dei consumi di energia elettrica (vedi anche Capitolo 4) vengono registrati i consumi dell'intera struttura, in quali ammontano a circa 1.400.000 kWh/anno. Altresì, il consumo di gas metano per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria ammonta a circa 107.000 Nmc/anno.

Il progetto che l'Ateneo ha realizzato ha previsto l'installazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia solare su una parte della copertura dell'edificio, l'implementazione di un impianto di automazione a bus e la relativa modifica dei circuiti luce per il controllo e la gestione dei consumi energetici dell'edificio. L'intervento è quindi rivolto a ridurre i consumi specifici della fonte primaria, mediante un controllo puntuale dei circuiti luce e attraverso l'apporto di energia solare, concorrendo quindi a realizzare più di un obiettivo previsto dal piano energetico ambientale regionale.

I pannelli sono stati installati sulla copertura del terzo piano utilizzando l'esistente falda esposta a sud, che presenta un'inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale. Gli interventi di automazione dell'impianto elettrico sono stati realizzati all'interno dell'edificio presso i diversi quadri elettrici di distribuzione, con installazione dei conduttori di collegamento necessario per l'estensione dell'impianto bus.

Le opportunità derivanti dall'intervento sono di duplice natura: economica e sociale. L'intervento consente infatti di contenere i consumi energetici e le spese di manutenzione dell'impianto, oltre che essere in sintonia con le attività formative dell'Università, Ente che svolge attività educative e culturali, quindi particolarmente sensibile ai riflessi sociali delle tematiche ambientali.

5.1.2 Dettagli del progetto

IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

L'impianto solare fotovoltaico realizzato ha una potenza nominale di circa 20 kWp ed è connesso in parallelo all'impianto BT dell'edificio in regime di "scambio sul posto". L'area selezionata per l'installazione presenta un'inclinazione di 30° rispetto all'orizzonte, permettendo di poggiare le stringhe di moduli direttamente sulla guaina di copertura, mediante una idonea struttura portante in

elementi di alluminio anodizzato. L'area sulla quale sono stati poggiati i pannelli misura 51 m per una larghezza di 3,3 m.

I moduli fotovoltaici utilizzati sono in silicio monocristallino e producono 180 W ciascuno. La dimensione di un pannello è di 1,3 mq. Sono stati installati i pannelli individuando il loro posizionamento ottimale, scartando quindi la parte di superficie che non sfrutterebbe un'ottimale insolazione a causa delle ombre proiettate in diverse ore della giornata. Pertanto sono stati installati 108 moduli, per un totale di 19,44 kWp di potenza complessiva installata.



Figura 11 – moduli fotovoltaici installati presso il Dipartimento di Economia e Commercio in Darsena

I moduli sono suddivisi in due generatori, facenti ognuno capo ad un inverter trifase da 12,5 kW nominali. Ciascun inverter è inoltre dotato di due inseguitori di massima potenza (MPPT) distinti, in modo da garantire la massima resa dell'impianto anche in condizioni di non perfetto bilanciamento tra le caratteristiche dei moduli e delle condizioni di irraggiamento.

I due inverter sono stati posizionati in prossimità dei moduli e collegati quindi lato alternata in parallelo al quadro BT in accordo alla norma CEI 11-20/V1.

L'impianto fotovoltaico ha una produzione annua stimabile in circa 25.000 kWh per un risparmio associato valutabile nell'ordine dei 5.000 Euro/anno

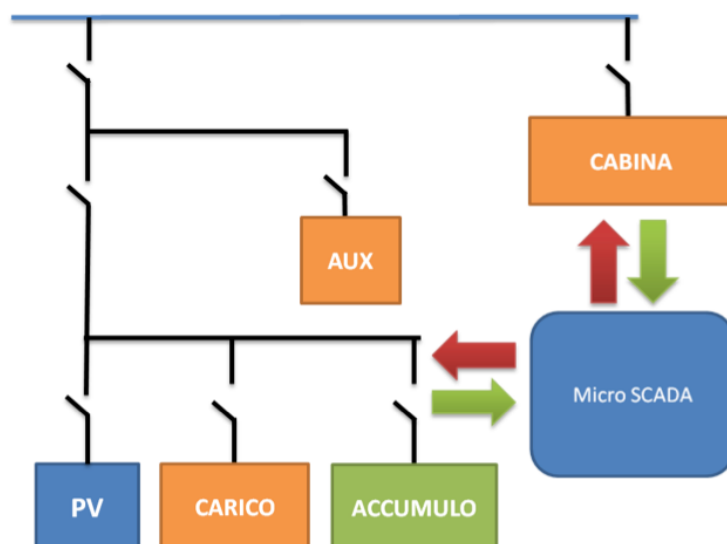


Figura 12 – VPP di Ateneo: architettura del polo generativo presso il Dipartimento di Economia

ESTENSIONE DEL SISTEMA BUS

L'intervento eseguito di estensione dell'impianto bus per la supervisione degli impianti di illuminazione ha come obiettivo il raggiungimento di una maggiore efficienza energetica complessiva, mediante la riduzione dei consumi a parità di prestazioni illuminotecniche fornite. Il progetto ha previsto l'estensione dell'esistente impianto di automazione, per ottenere anche una piena gestione di tutti i circuiti luce delle zone comuni, sia interne che esterne.

Per questo sono stati installati alcuni dispositivi di interfaccia dotati di contatti IN/OUT presso i quadri elettrici da cui sono già alimentati i circuiti luce, oltre all'installazione di due nuove tastiere di comando presso la portineria ed il locale informazioni del 3° piano.

Programmando opportunamente il sistema e sfruttando sia l'orologio interno che la lettura analogica del livello di illuminamento naturale, è possibile realizzare logiche di azionamento automatiche dedicate per ogni circuito luce.

COSTI

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle macro voci di costo e della spesa relativa.

Tabella 2 – Costi del Progetto per la realizzazione di un polo generativo presso il Dipartimento di Economia

Voce di spesa	Importo [€]
Progettazione, direzione lavori, sicurezza dei cantieri, collaudo e certificazione	7.823,63
Fornitura e messa in opera dei materiali, dei componenti e dei sistemi necessari	116.181,67
Oneri di allacciamento alla rete	500,00
IVA (10% sul fotovoltaico, 20% sul rimanente)	13.577,59
TOTALE	128.082,89

Il costo totale dell'investimento è stato così sostenuto:

- Capitale proprio: 27.616,58 Euro
- Contributo a fondo perduto: 110.466,31 Euro

5.2 Installazione Fotovoltaico presso Palazzina CUS

5.2.1 Generalità

Il progetto in questione tratta della realizzazione di un impianto pilota presso il Palasport C. A. Romanzi (Palacus), tramite integrazione con impianto a pompa di calore elio-assistito (PCEAN) abbinato a centrale solare a pannelli ibridi fotovoltaici e termici. Il progetto, ha ottenuto un cofinanziamento di circa 200k€ dalla Regione Liguria, a fronte di un costo complessivo di circa 260k€. Responsabile Unico del Progetto è stato l'Ing. Raffaele Picollo, principalmente supportato dal Prof. Luca Tagliafico.

Dopo una serie di revisioni ed ammodernamenti del progetto originale, la costruzione della centrale a pannelli ibridi (pannelli capaci di produrre contemporaneamente energia elettrica fotovoltaica ed energia termica) è stata completata nel Gennaio 2014, ed il primo avvio dell'impianto definitivo a pompa di calore integrato nell'impianto esistente a caldaia a gas per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria a servizio degli impianti sportivi del PALACUS, sito a Valletta Puggia, è stato completato nel Luglio 2014. I primi kWh elettrici sono stati prodotti, dopo l'allaccio alla rete elettrica nazionale, nel Gennaio 2015.

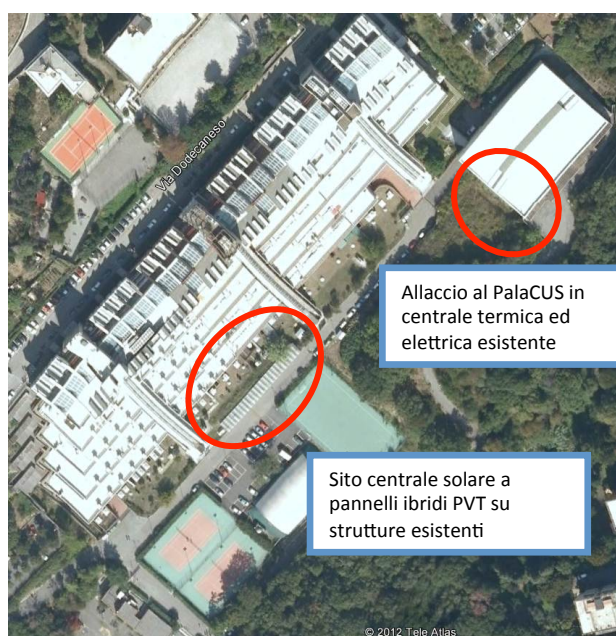


Figura 13 – prospetto installazione dell'impianto su vista aerea dell'area di Valletta Puggia



Figura 14 – vista dei pannelli ibridi installati

5.2.2 Dettagli del progetto

Di seguito viene riportato il quadro riassuntivo di previsione delle prestazioni energetiche dell'impianto, tramite una breve sintesi dei principali dati di risparmio e consumo previsti. Si evidenzia un costo dell'impianto molto elevato, dovuto alle sue caratteristiche innovative e peculiari di unico impianto pilota del genere in Italia di queste potenzialità.

Tabella 3 – Sintesi Dati Prestazionali Impianto Palacus

Energia termica fornita dal PCEA-PVT all'utenza [kWh /anno]	92.515,5
Energia elettrica fornita dal FV all'utenza [kWh /anno]	25.086
Energia elettrica assorbita dal PCEA-PVT [kWh /anno]	140.035,4
Energia elettrica netta risparmiata [kWh /anno]	11.050,7
Risparmio complessivo stimato [TEP/anno]	9,37
Risparmio complessivo stimato [€/anno]	6.162
Tempo di rientro con finanziamento 80%	7,1 anni
Costo medio impianto /tep	27.358 €/tep

PROSSIME ATTIVITÀ SULL'IMPIANTO

Analizzati i primi risultati operativi sull'impianto, i prossimi anni vedranno una attenta attività di monitoraggio del suo funzionamento con pompa di calore, per ottimizzarne i rendimenti energetici in funzione delle esigenze delle utenze e del funzionamento della centrale a gas ad esso abbinata. In particolare sono previste a questo fine:

- Lo sviluppo di un unico sistema di controllo integrato impianto PCEAN/caldaie a gas, per una gestione completa ed ottimizzata di tutto il sistema di produzione di acqua calda;
- il collegamento in rete del sistema di controllo per il monitoraggio continuo di tutti i dati operativi e funzionali dell'impianto, sia in centrale termica sia per la parte di produttività fotovoltaica;
- l'integrazione con una centralina meteo, che consenta di meglio correlare i fabbisogni agli aspetti di regolazione (anche dinamica) del sistema;
- una attività di addestramento del gestore degli impianti, per trasferire sul territorio le conoscenze legate a questa nuova tipologia di impianti.

Il sistema verrà inoltre utilizzato anche per attività formative dell'Università degli Studi di Genova, offrendo agli allievi dei corsi della Scuola Politecnica l'opportunità di conoscere ed utilizzare tutte le tecnologie di questo impianto pilota.

5.3 Installazione Solare Termico presso Clinica Chirurgica

Il progetto in questione tratta della realizzazione di un impianto solare termico presso la clinica chirurgica, per la produzione di acqua calda sanitaria per edifici ove è svolta attività assistenziale – edificio di Largo R. Benzi 8, Genova. Responsabile Unico del Progetto è stato l'Ing. Piero Russo.



Figura 15 – dettaglio impianto solare termico di produzione di acqua calda sanitaria presso la clinica chirurgica

Fase di Progettazione

In fase di progettazione è stato stimato il consumo giornaliero di acqua calda sanitaria (ACS) in previsione di una riduzione dell'utilizzo delle strutture a carattere assistenziale. Con un livello di consumo medio attuale di circa 40 mc/giorno di ACS nelle condizioni di utilizzo assistenziale, è stata prevista una significativa riduzione del consumo al livello di 10 mc/giorno. Sulla base di queste ipotesi è stato dimensionato l'impianto solare termico per un'incidenza teorica di produzione di ACS pari al 74% circa del nuovo fabbisogno, ovvero 7,4 mc al giorno. Tramite un calcolo termotecnico, questo si traduce in un fabbisogno annuo teorico di circa 126.000 kWh, richiesti all'impianto solare termico.

Funzionamento con strutture assistenziali attive

Nel primo periodo di funzionamento dell'impianto il consumo di ACS, la clinica chirurgica ha mantenuto i valori storici di consumo di ACS riscontrati durante gli anni precedenti, attestandosi intorno ad un valore giornaliero pari a 42,1 mc. In questo periodo, l'impianto a pannelli solari ha prodotto una quantità di acqua calda sanitaria pari a circa il 18% del fabbisogno richiesto dall'utenza, in linea con il dimensionamento fatto in fase di progettazione.

Fase funzionamento con strutture assistenziali non attive

Dalla stagione termica 2014/2015 l'utilizzo delle strutture a carattere assistenziale della clinica chirurgica è diminuito drasticamente, come previsto, portando il fabbisogno di acqua calda sanitaria dell'utenza ad un valore pari a 6,5 mc al giorno. Questo valore è risultato di poco inferiore alla stima effettuata in fase di progettazione ed ha portato ad una produzione teorica dell'impianto di poco superiore al 100% del fabbisogno.

6 CONCLUSIONI

Il gruppo di lavoro per il risparmio energetico di Ateneo articola la propria attività su diversi temi, a coprire le problematiche di gestione dell'energia dalle fasi di approvvigionamento, a quelle di ottimizzazione dei consumi tramite una gestione quanto più possibile razionale degli impianti, supportando il proprio lavoro con sistemi di monitoraggio in tempo reale e analisi dei fabbisogni, e tramite l'implementazione delle conseguenti azioni di efficientamento e risparmio energetico finalizzate al contenimento della spesa.

L'approccio basato sul monitoraggio consente un risparmio non solo puntuale, ma consolidabile nel tempo, tramite l'analisi ripetuta delle informazioni sui consumi in tempo reale e la formulazione e adozione di 'buone pratiche' suggerite dalle esperienze compiute sul campo.

Il gruppo di lavoro è inoltre attivo nell'identificare e utilizzare opportunità di finanziamento fungendo da interfaccia tecnica per iniziative in ambito energetico che vedono coinvolta l'Università.

Nel presente report è stato presentato il gruppo di lavoro nelle sue ultime due composizioni ed è stata fornita una sintesi dell'operato del gruppo nel triennio 2012 – 2014 e in particolare:

- Sono stati presentati gli estremi inerenti alle attività di acquisto dell'energia elettrica;
- È stata presentata l'evoluzione del sistema di monitoraggio in tempo reale dei consumi dell'Ateneo;
- Sono state riportate in modo sintetico attività specifiche attinenti ad alcuni casi studio di interesse, sia in ottica del risparmio energetico, sia in ottica di ricerca accademica;
- Sono stati presentati i progetti di auto-produzione, realizzati tramite iniziativa del gruppo di lavoro con uno specifico finanziamento regionale (POR CRO Regione Liguria 2007/2013 - asse 2 energia - azione 2.1 "Efficienza energetica e produzione di energia da fonti rinnovabili" - Enti pubblici.)

Nella sezione in Appendice vengono infine riportati in forma grafica e tabellare dati inerenti all'evoluzione dei consumi e alle loro modalità per i principali poli dell'Ateneo.

7 APPENDICE: DATI DI CONSUMO DEL TRIENNIO 2012 - 2014

Di seguito si riporta una panoramica per il periodo 2012 – 2014 relativa ai consumi di energia elettrica dei 19 punti di consegna in Media Tensione analizzati tramite il sistema di monitoraggio in tempo reale. Per ciascun PoD (Point of Delivery) saranno evidenziati:

- i consumi mensili in forma tabellare;
- il grafico dei consumi orari, suddivisi per fascia tariffaria nella settimana campione dal 09/06/2014 al 15/06/2014
- profili tipici di consumo (sulla base dei dati del 2014) relativi a due diversi periodi di riferimento:
 - Periodo estivo, giorno feriale
 - Periodo invernale, giorno feriale

7.1 Dati Complessivi Ateneo

Tabella 4 - Consumi mensili, Ateneo [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	1.643.300	1.822.058	1.675.644
Febbraio	1.771.793	1.642.836	1.561.506
Marzo	1.647.538	1.739.443	1.581.066
Aprile	1.404.484	1.508.499	1.327.826
Maggio	1.462.855	1.412.236	1.319.915
Giugno	1.586.251	1.430.408	1.503.869
Luglio	1.959.923	1.983.099	1.716.340
Agosto	1.717.524	1.590.774	1.335.818
Settembre	1.596.107	1.506.398	1.491.741
Ottobre	1.549.694	1.442.188	1.448.001
Novembre	1.607.503	1.548.252	1.522.497
Dicembre	1.622.774	1.578.682	1.589.444
Totale	19.569.747	19.204.873	18.073.667

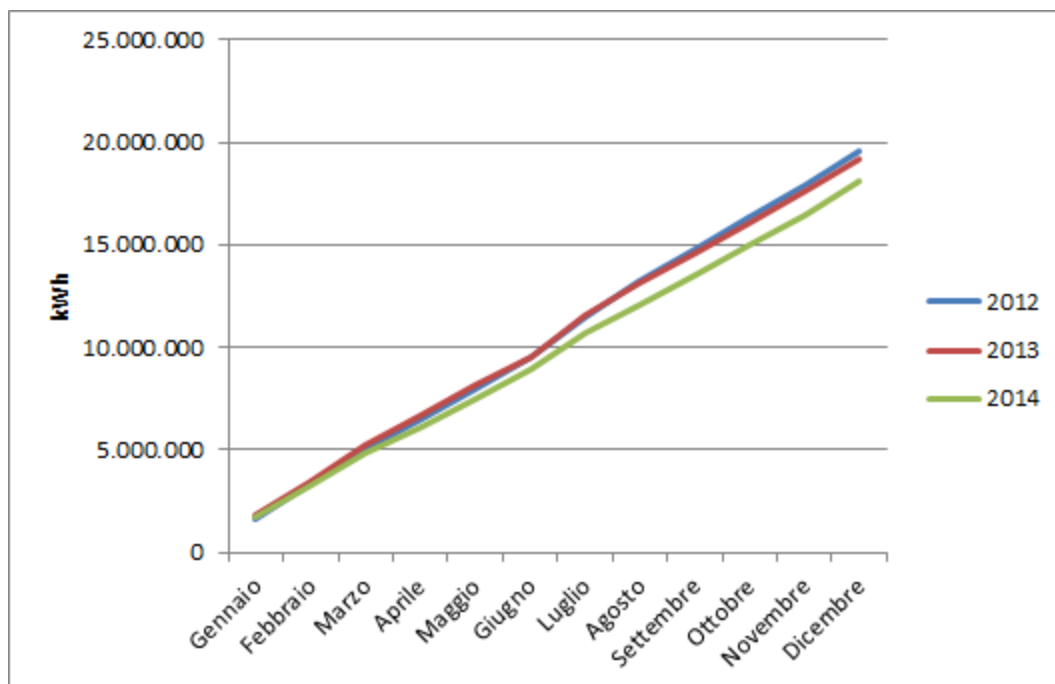


Figura 16 – Cumulato dei consumi, Ateneo

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

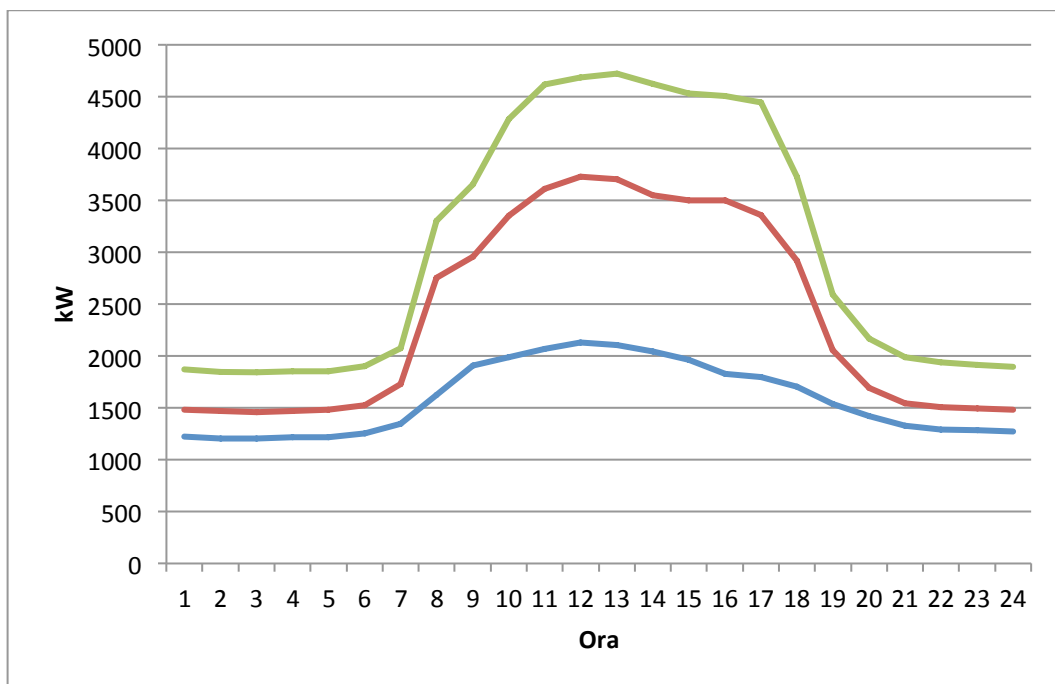


Figura 17 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Ateneo

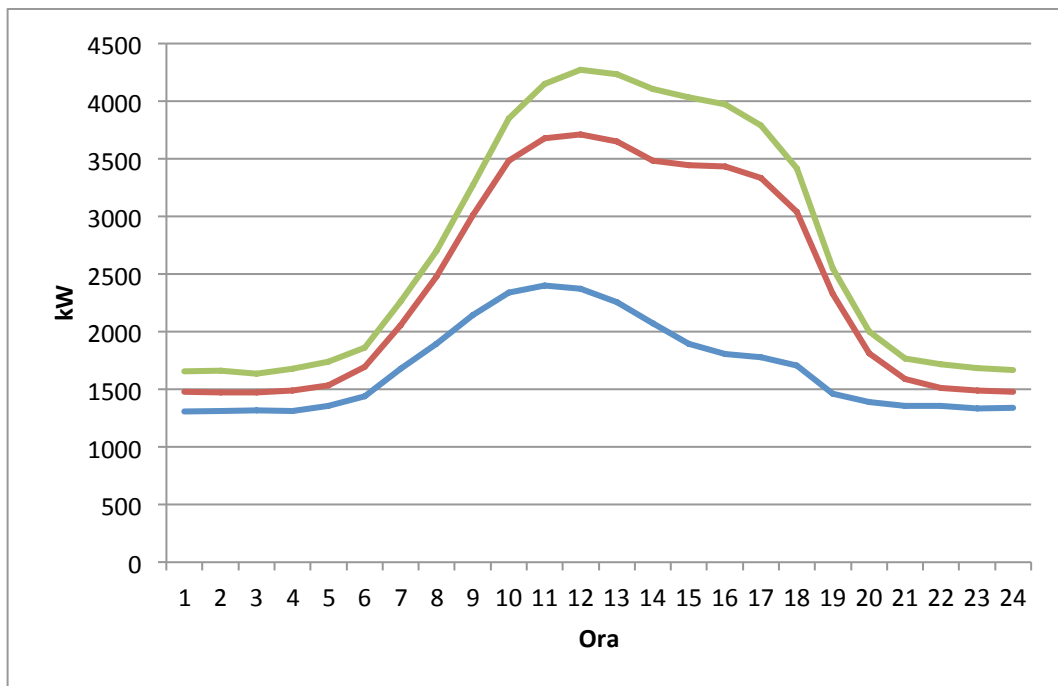


Figura 18 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Ateneo

7.2 Cabina 1: Via L.B. Alberti, Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Via L.B. Alberti, 3

POD numero: IT001E00098182

Tabella 5 - Consumi mensili, Cabina 1 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	132.282	147.694	134.297
Febbraio	137.134	138.650	120.467
Marzo	101.901	137.778	111.019
Aprile	92.650	99.258	76.428
Maggio	77.966	76.669	58.307
Giugno	76.781	73.404	67.559
Luglio	95.592	93.516	75.191
Agosto	94.506	83.697	63.890
Settembre	82.921	74.712	58.001
Ottobre	95.416	76.911	69.899
Novembre	114.673	103.631	85.328
Dicembre	135.761	99.659	102.781
Totale	1.237.583	1.205.579	1.023.167

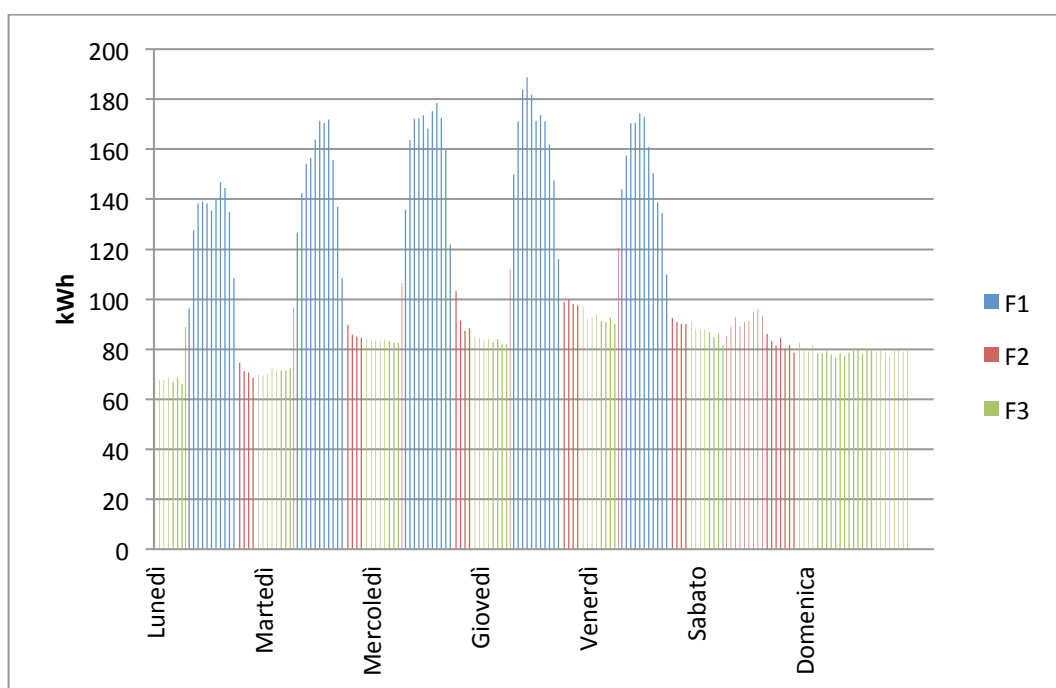


Figura 19 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 1

Profili Tipici di Consumo

Legenda: curva **blu** – profilo di consumo minimo
 curva **rossa** – profilo di consumo mediano
 curva **verde** – profilo di consumo massimo

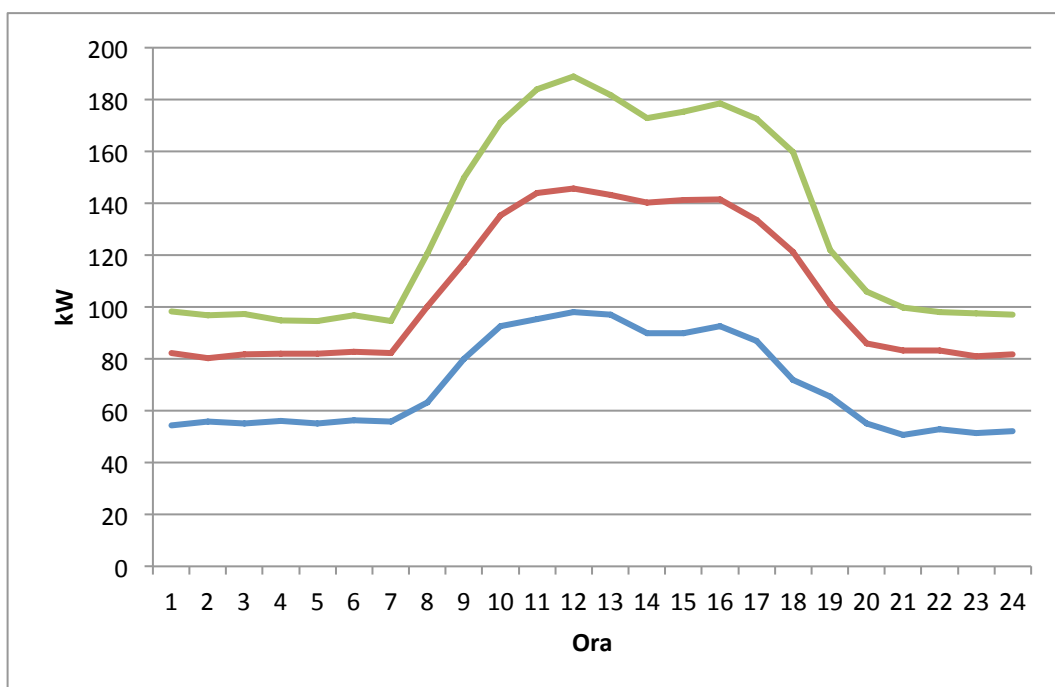


Figura 20 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 1

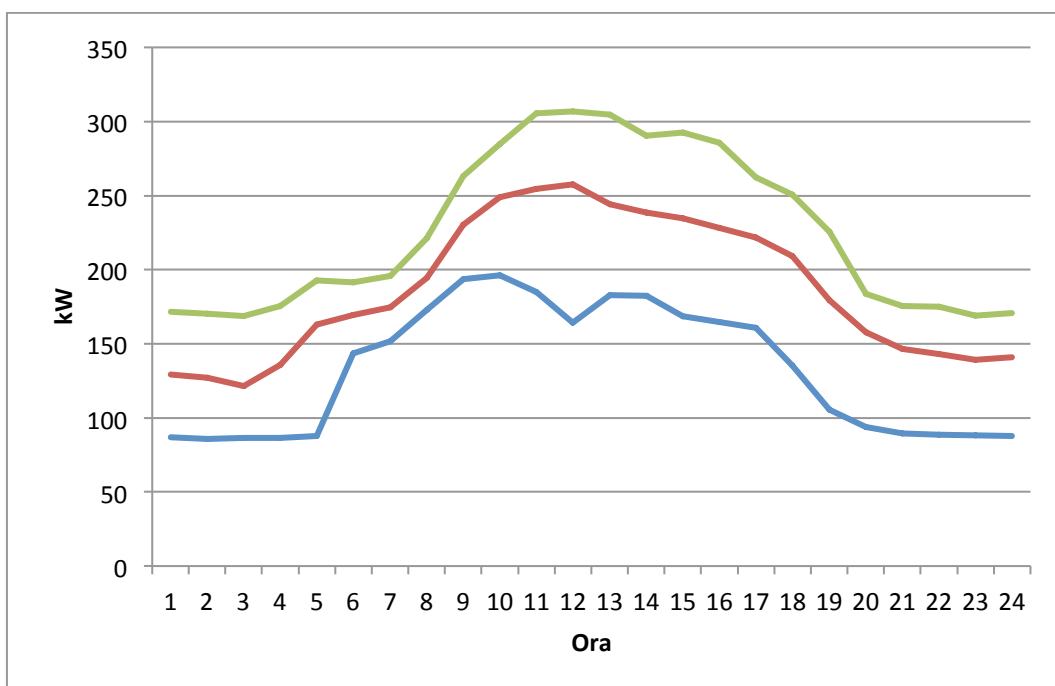


Figura 21 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 1

7.3 Cabina 2A/2B: Palazzo delle Scienze

Corso Europa, 26

POD numero: IT001E00122750

Tabella 6 - Consumi mensili, Cabina 2A/2B [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	162.637	177.234	163.056
Febbraio	179.504	168.020	147.474
Marzo	147.427	176.524	145.407
Aprile	136.810	133.316	116.394
Maggio	131.616	120.340	109.865
Giugno	139.565	120.482	122.635
Luglio	164.974	160.619	135.299
Agosto	146.356	127.013	106.655
Settembre	124.770	119.538	113.723
Ottobre	136.486	121.495	111.801
Novembre	160.040	141.732	131.229
Dicembre	161.217	148.796	145.231
Totale	1.791.402	1.715.109	1.548.769

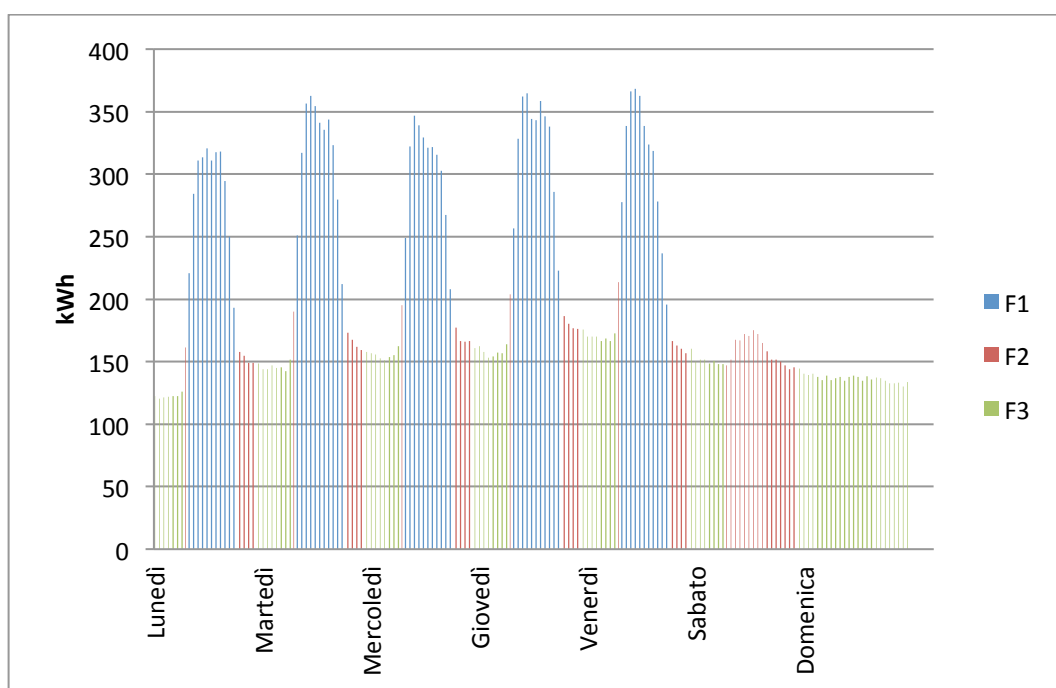


Figura 22 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 2A/2B

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

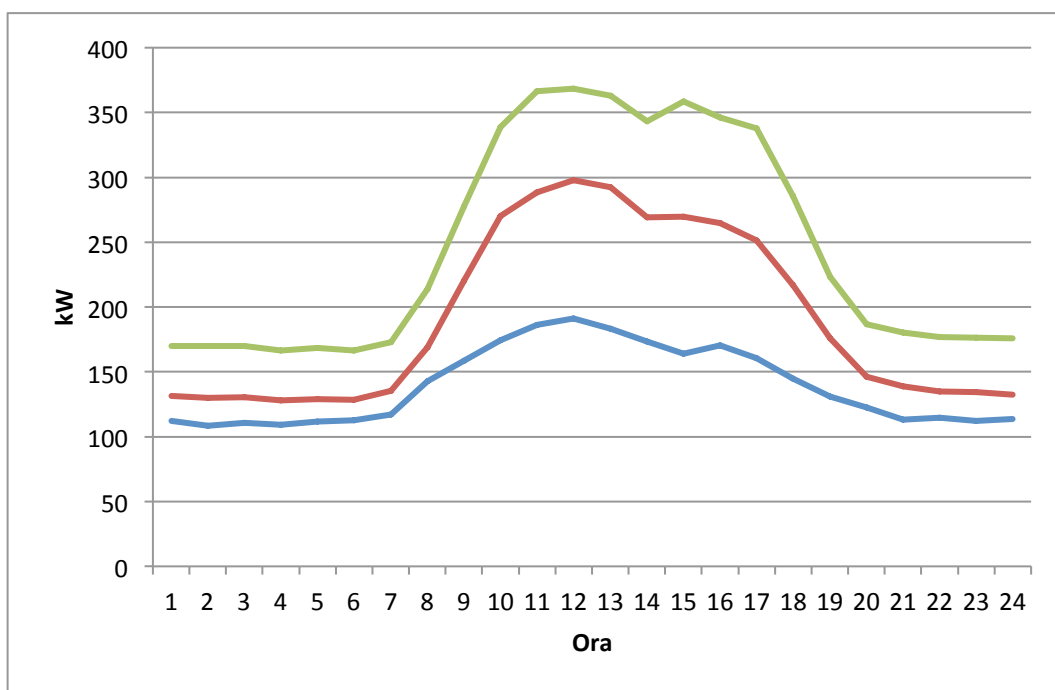


Figura 23 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 2A/2B

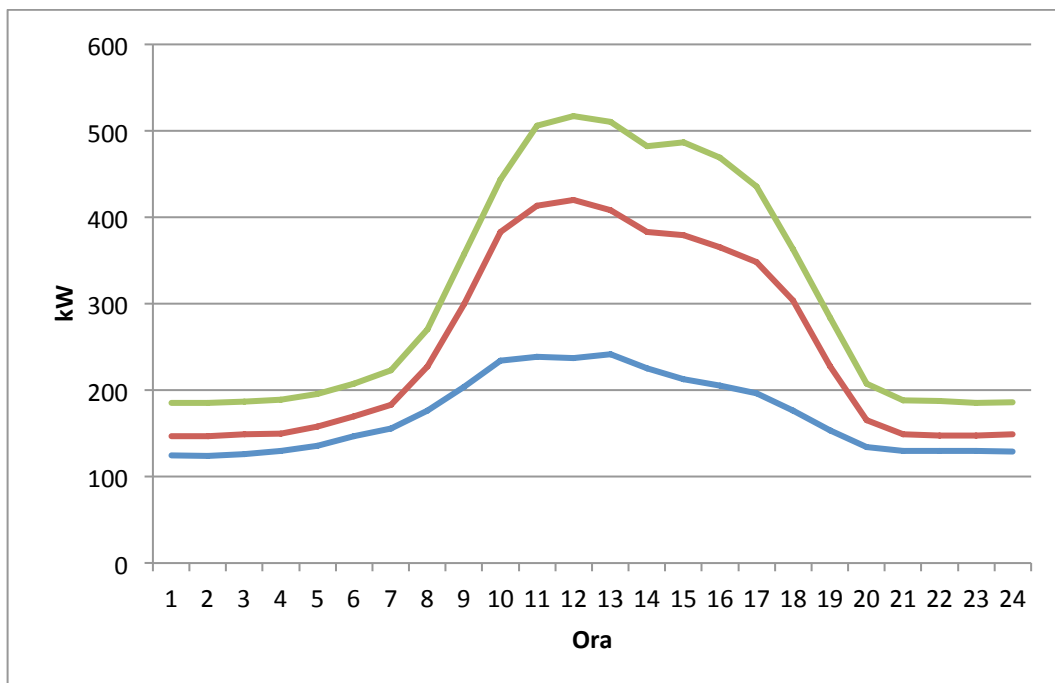


Figura 24 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 2A/2B

7.4 Cabina 4: DIMI (Dipartimento di Medicina Interna e Specialità Mediche)

Viale Benedetto XV, 6

POD numero: IT001E00098168

Tabella 7 - Consumi mensili, Cabina 4 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	126.899	153.159	136.977
Febbraio	142.667	137.806	125.773
Marzo	141.089	144.494	132.271
Aprile	129.720	128.586	119.612
Maggio	133.405	126.134	115.908
Giugno	163.442	132.945	130.975
Luglio	200.379	217.245	151.087
Agosto	203.205	195.942	182.959
Settembre	141.483	150.198	179.318
Ottobre	137.647	131.396	154.440
Novembre	142.715	133.735	155.394
Dicembre	145.955	121.593	161.977
Totale	1.808.606	1.773.233	1.746.691

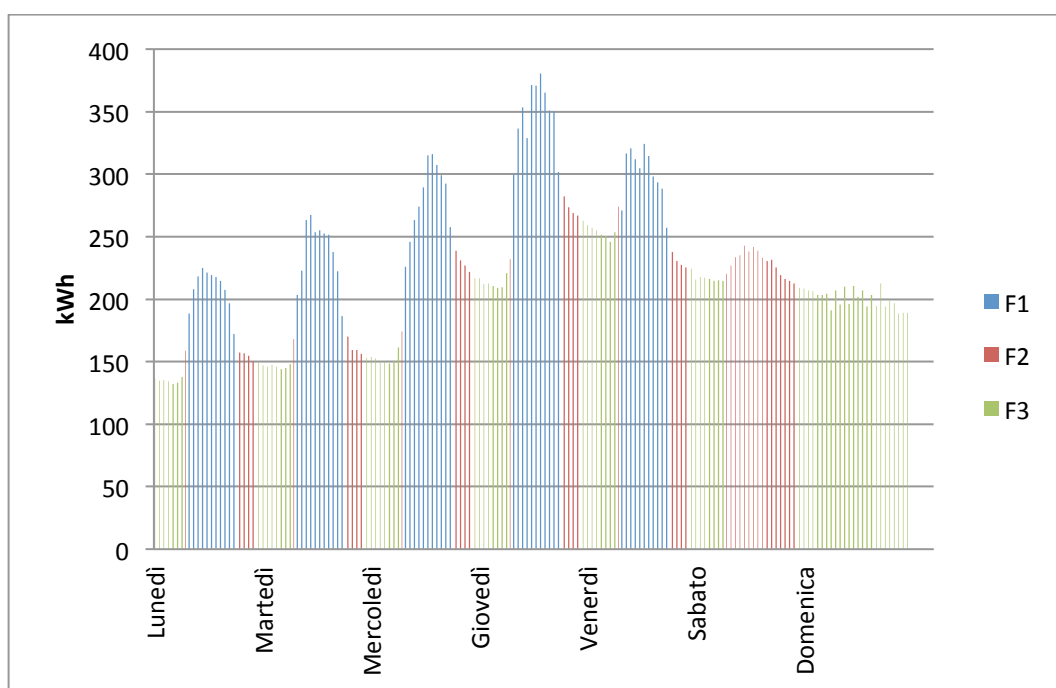


Figura 25 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 4

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

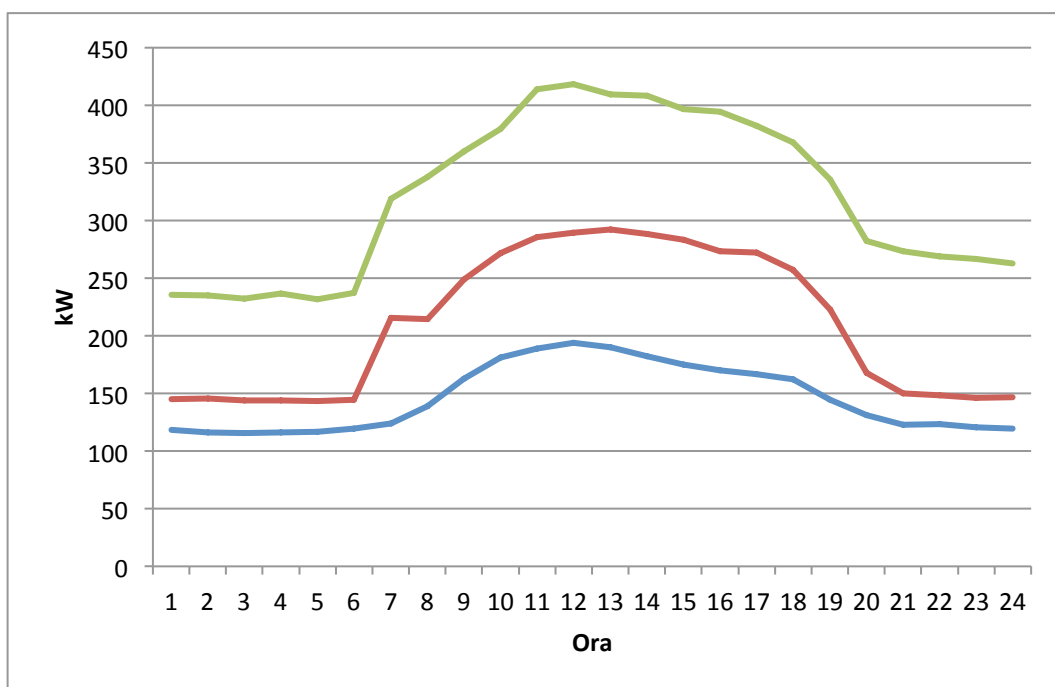


Figura 26 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 4

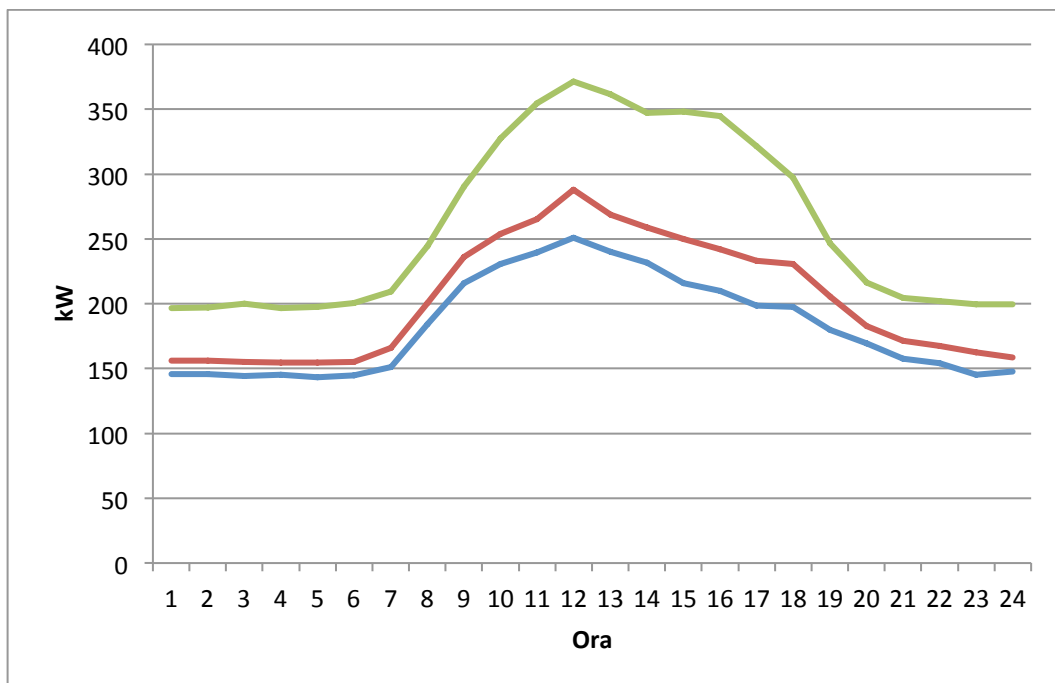


Figura 27 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 4

7.5 Cabina 5: Padiglioni 1-3-4, Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Largo R. Benzi, 10

POD numero: IT001E00098181

Tabella 8 - Consumi mensili, Cabina 5 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	91.184	87.633	76.307
Febbraio	88.805	78.583	72.434
Marzo	87.257	84.951	77.119
Aprile	79.433	79.920	73.263
Maggio	87.423	67.191	89.592
Giugno	99.162	74.790	91.097
Luglio	109.691	111.361	101.459
Agosto	111.404	106.262	87.514
Settembre	92.558	85.397	82.660
Ottobre	80.653	76.813	81.603
Novembre	80.330	73.501	86.479
Dicembre	82.090	89.827	85.089
Totale	1.089.990	1.016.229	1.004.616

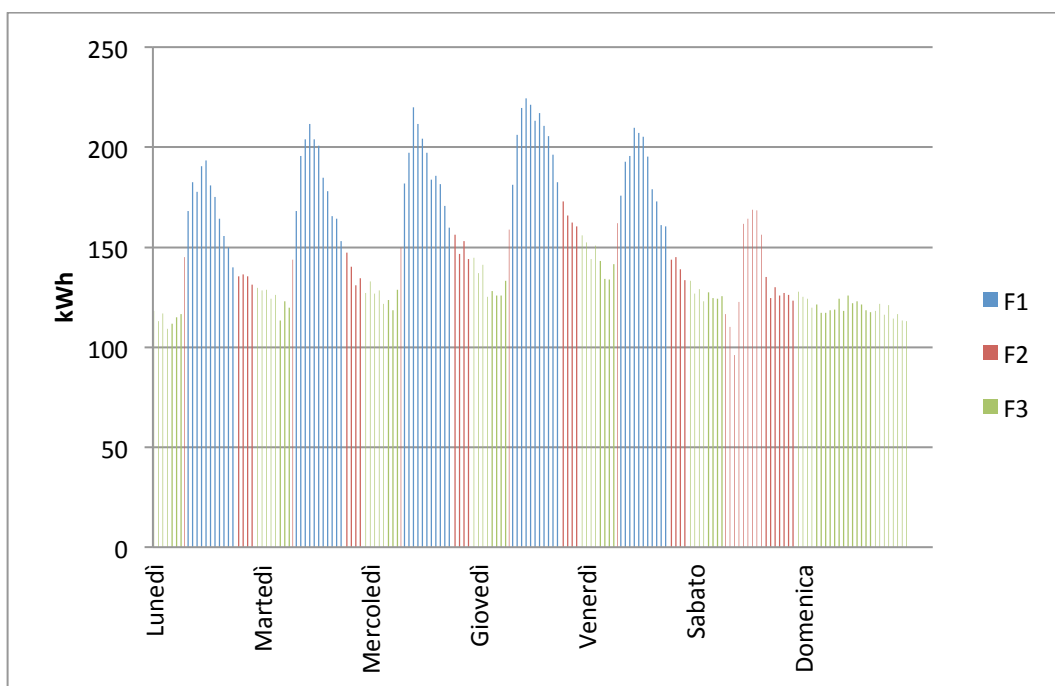


Figura 28 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 5

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

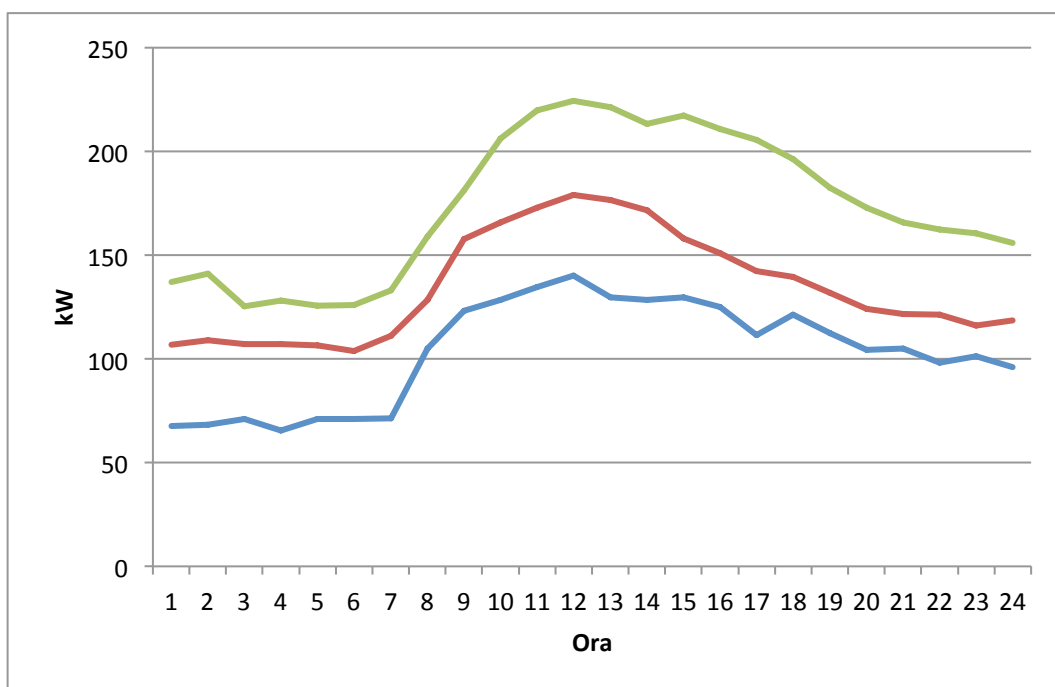


Figura 29 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 5

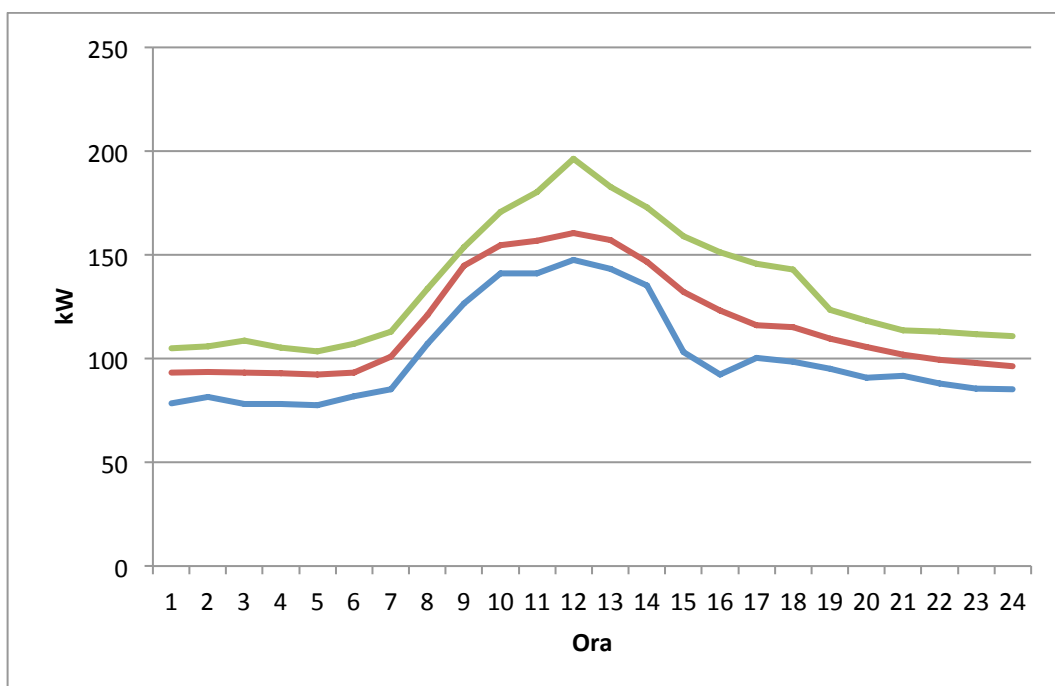


Figura 30 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 5

7.6 Cabina 6: Microbiologia, Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Largo R. Benzi, 10

POD numero: IT001E00122757

Tabella 9 - Consumi mensili, Cabina 6 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	14.735	12.764	18.626
Febbraio	12.015	12.300	16.532
Marzo	13.334	13.958	17.243
Aprile	12.422	15.246	13.607
Maggio	13.138	14.959	12.089
Giugno	17.838	14.651	25.394
Luglio	27.299	27.523	32.847
Agosto	31.660	25.246	29.180
Settembre	21.020	19.206	17.768
Ottobre	15.744	15.038	15.601
Novembre	12.848	16.479	14.558
Dicembre	12.212	19.019	15.201
Totale	204.265	206.389	228.646

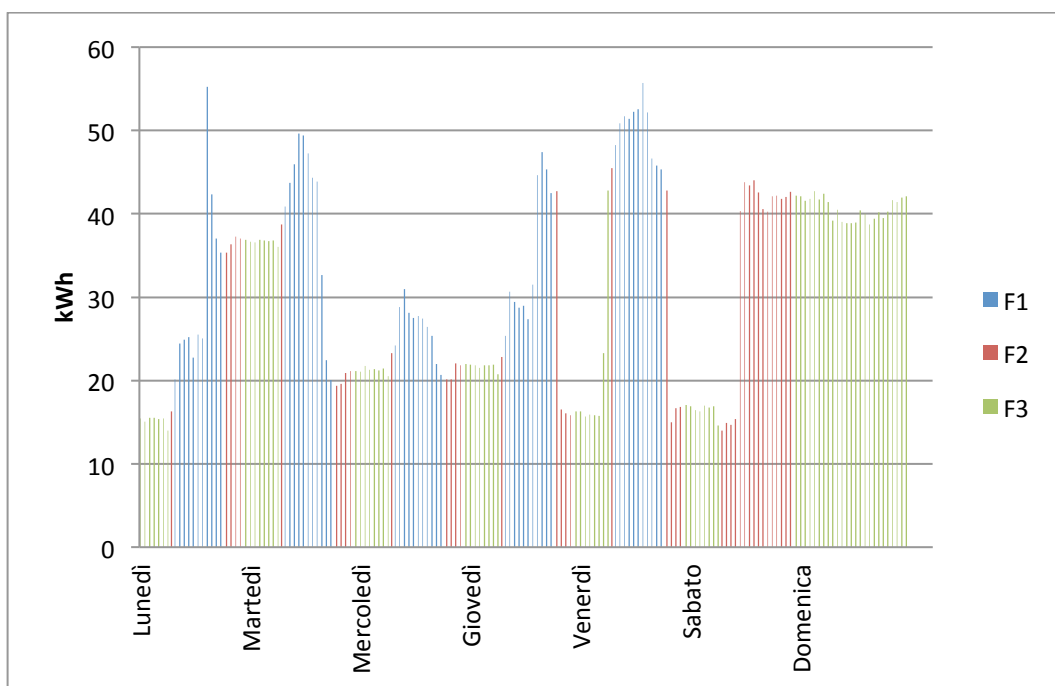


Figura 31 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 6

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

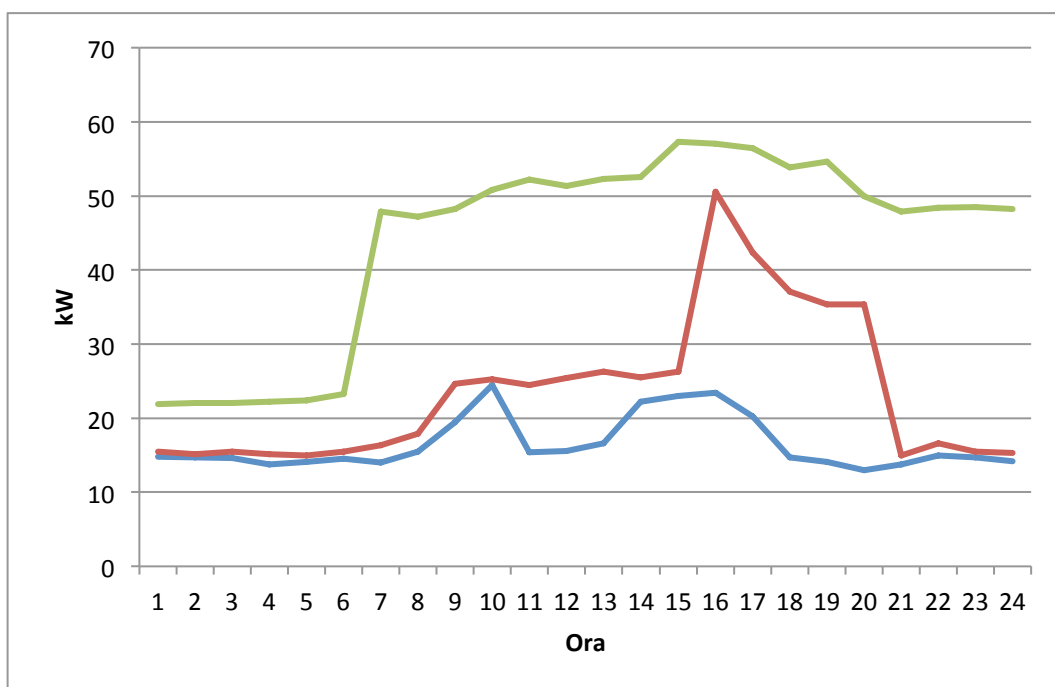


Figura 32 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 6

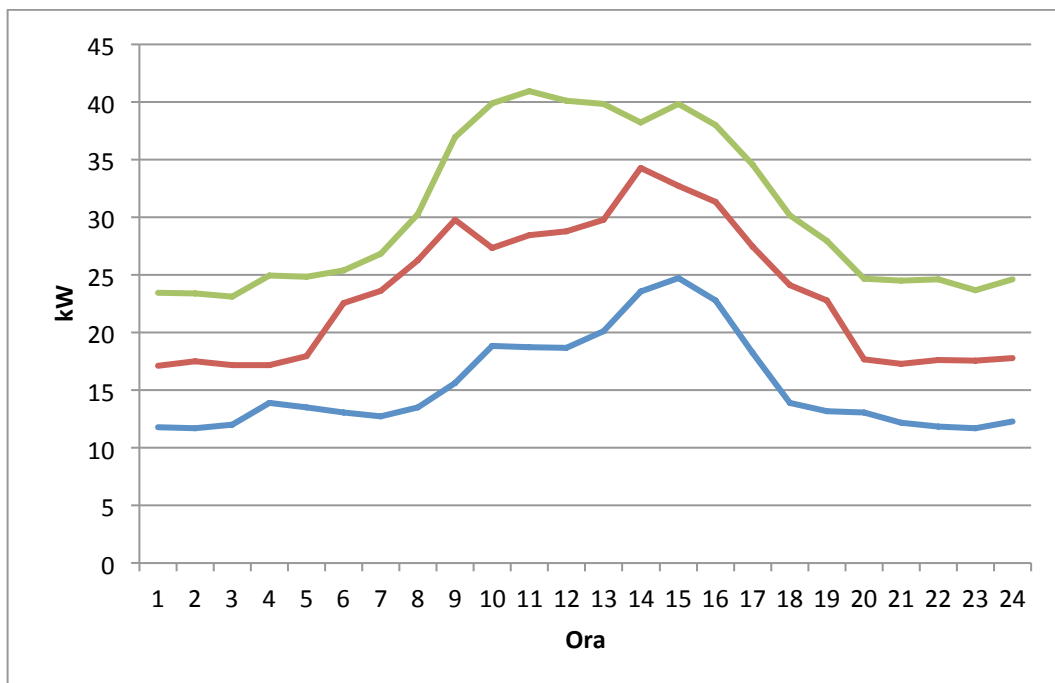


Figura 33 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 6

7.7 Cabina 7: via Balbi 5, Uffici Amministrativi

Via Balbi 5

POD numero: IT001E00097953

Tabella 10 - Consumi mensili, Cabina 7 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	48.448	58.248	52.211
Febbraio	57.540	58.003	48.678
Marzo	43.723	52.382	45.872
Aprile	35.353	40.115	37.089
Maggio	35.160	33.274	34.165
Giugno	36.686	30.873	35.464
Luglio	49.506	46.354	40.796
Agosto	45.168	37.230	32.188
Settembre	35.364	35.598	36.533
Ottobre	37.536	39.019	36.038
Novembre	44.671	45.872	42.293
Dicembre	48.238	41.437	44.845
Totale	517.393	518.405	486.172

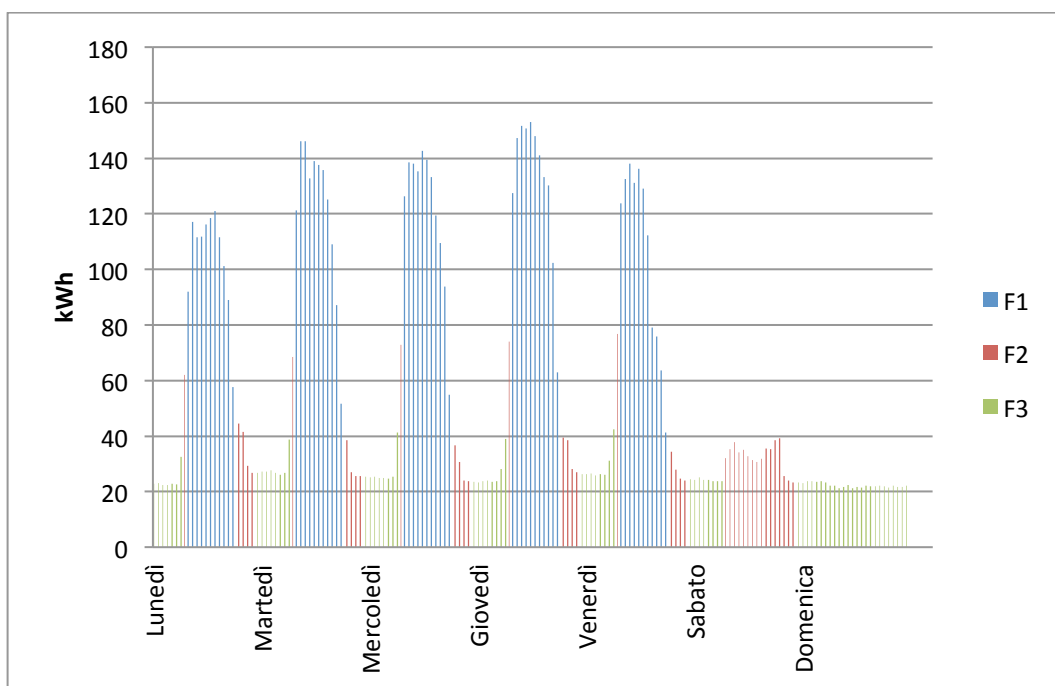


Figura 34 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 7

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

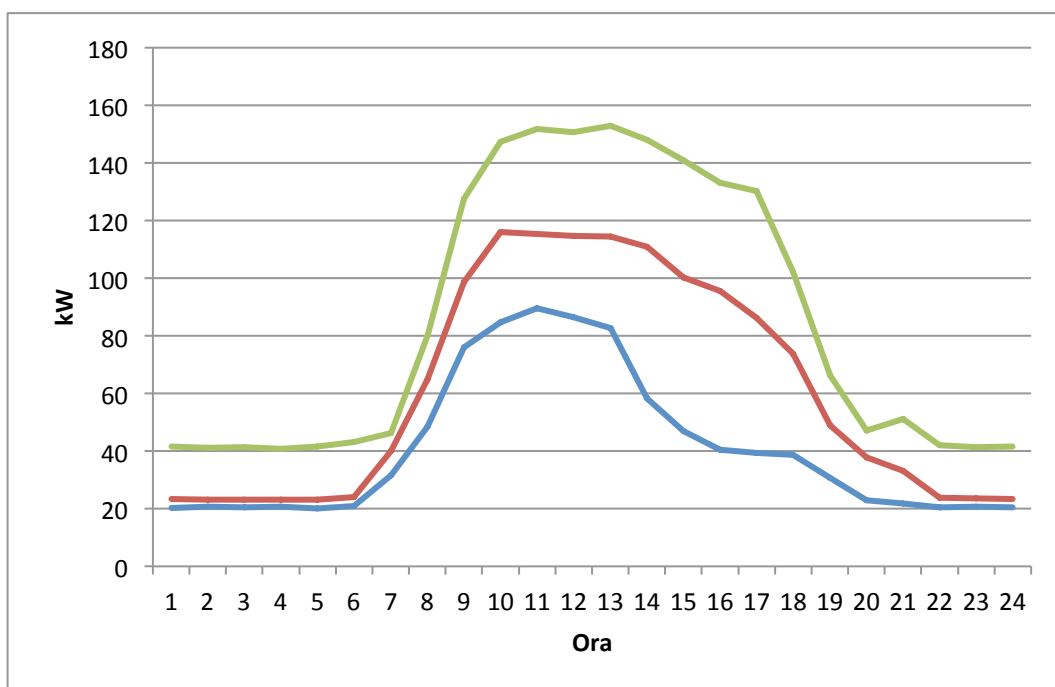


Figura 35 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 7

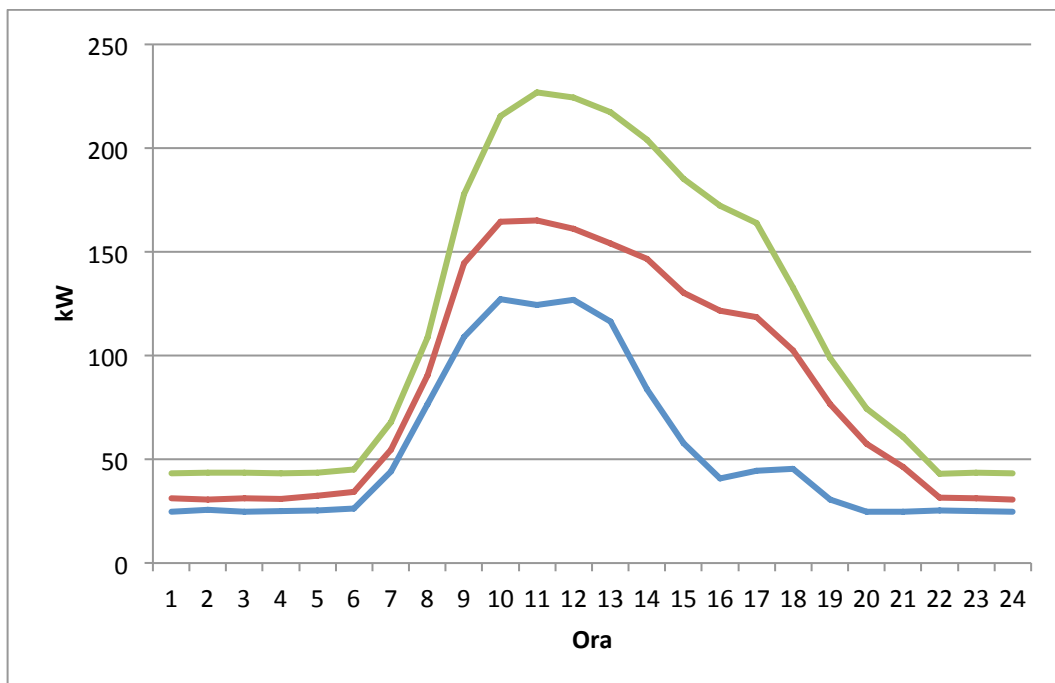


Figura 36 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 7

7.8 Cabina 8: Via delle Fontane, Scuola di Scienze Umanistiche

Via delle Fontane, 10

POD numero: IT001E00097957

Tabella 11 - Consumi mensili, Cabina 8 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	11.423	13.507	12.442
Febbraio	12.783	13.925	11.265
Marzo	11.027	12.681	10.670
Aprile	10.736	9.679	8.013
Maggio	11.939	8.991	9.089
Giugno	11.038	9.425	12.557
Luglio	11.482	10.188	14.103
Agosto	6.350	7.136	6.366
Settembre	10.088	14.251	11.365
Ottobre	17.312	12.998	11.231
Novembre	8.564	13.632	9.982
Dicembre	12.441	8.959	10.924
Totale	135.183	135.372	128.007

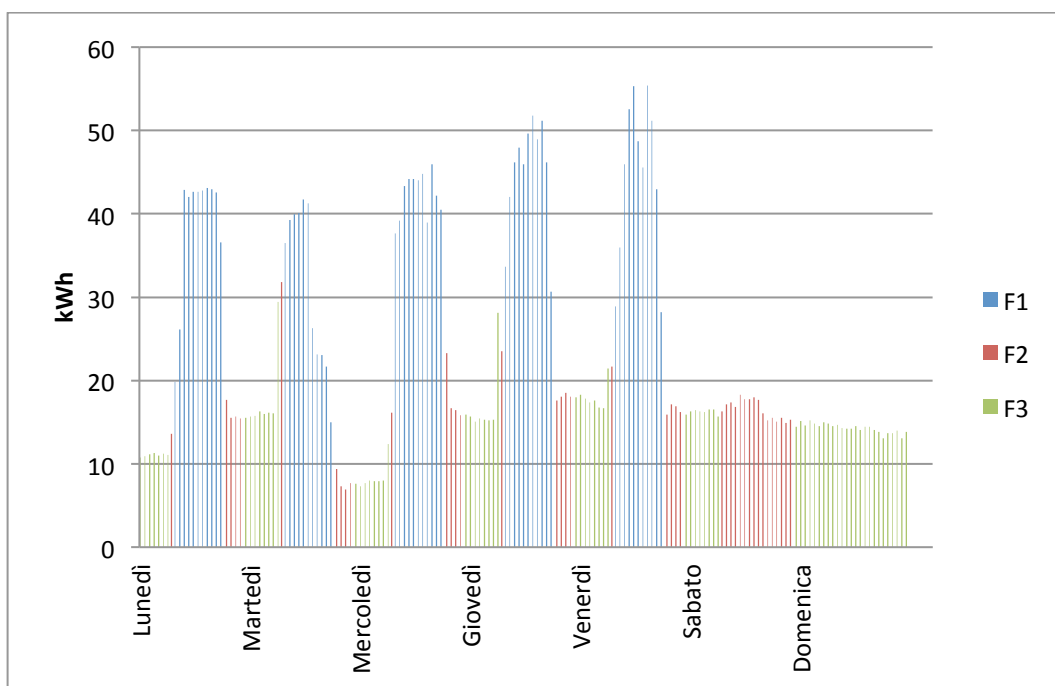


Figura 37 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 8

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

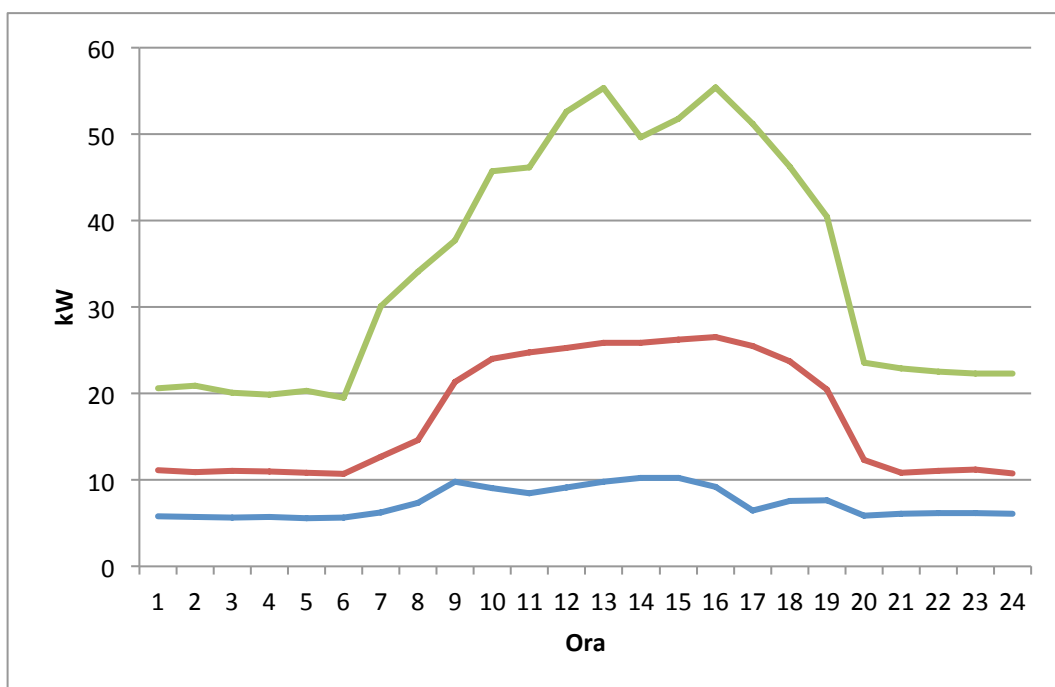


Figura 38 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 8

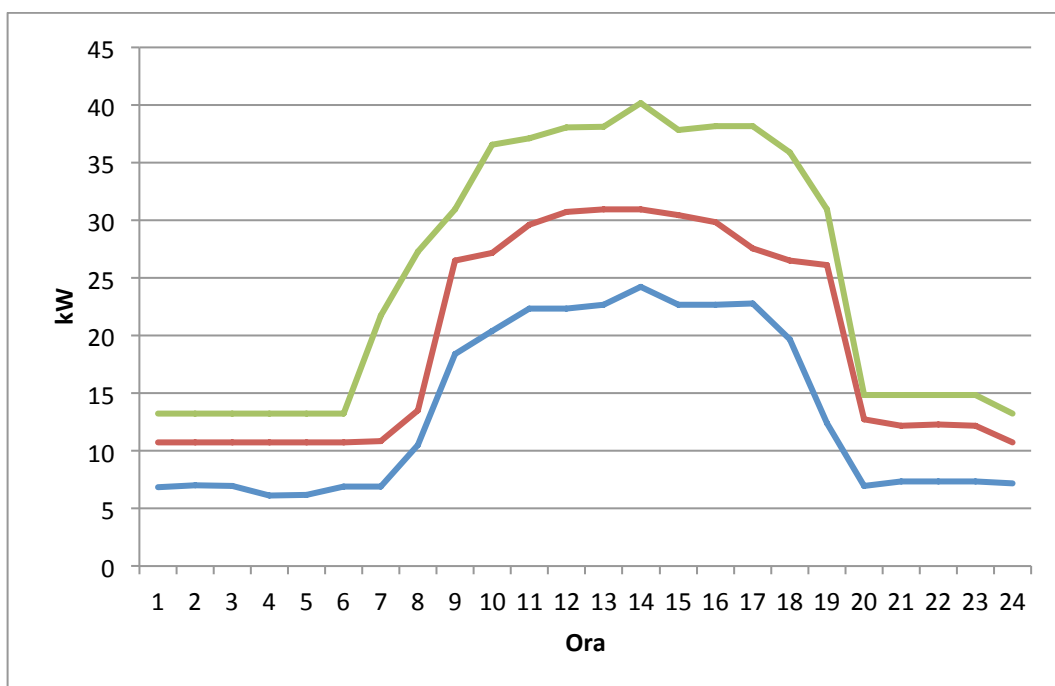


Figura 39 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 8

7.9 Cabina 9: Via Montallegro, Scuola Politecnica di Ingegneria e Architettura

Viale Cambiaso, 6

POD numero: IT001E00098126

Tabella 12 - Consumi mensili, Cabina 9 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	59.960	68.641	67.055
Febbraio	66.125	62.164	59.958
Marzo	57.772	59.153	57.656
Aprile	46.438	51.457	50.511
Maggio	49.150	46.126	50.124
Giugno	45.806	41.533	42.828
Luglio	54.145	50.786	47.497
Agosto	42.922	35.376	33.249
Settembre	47.179	45.643	44.079
Ottobre	48.518	48.570	51.205
Novembre	54.918	54.553	52.515
Dicembre	55.590	52.325	58.367
Totale	628.523	616.327	615.044

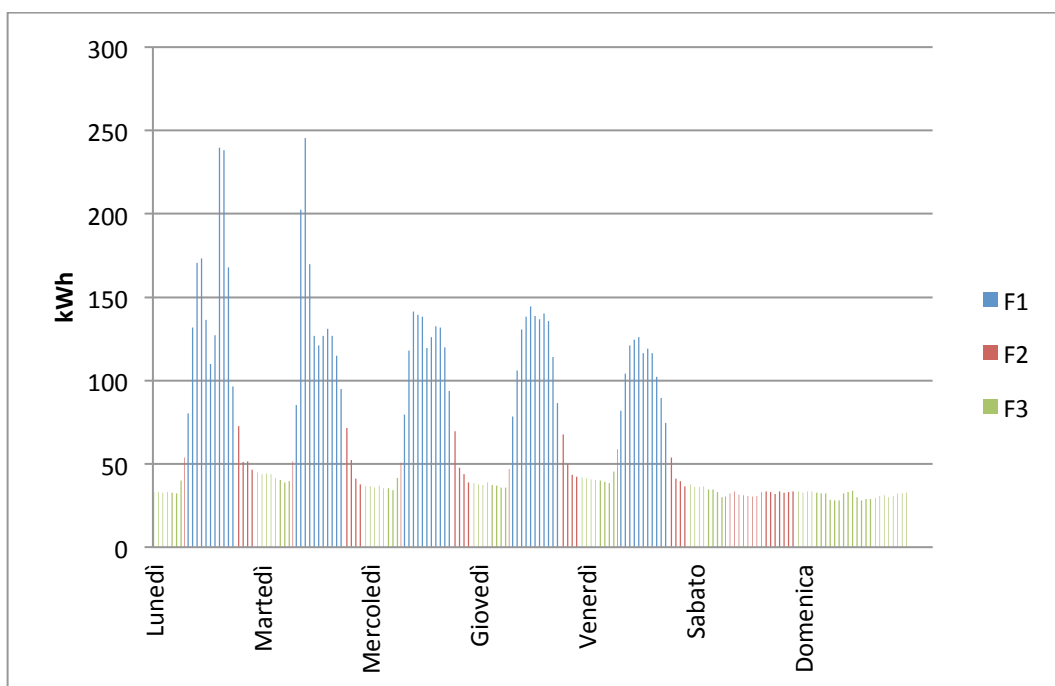


Figura 40 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 9

Profili Tipici di Consumo

Legenda: curva **blu** – profilo di consumo minimo
 curva **rossa** – profilo di consumo mediano
 curva **verde** – profilo di consumo massimo

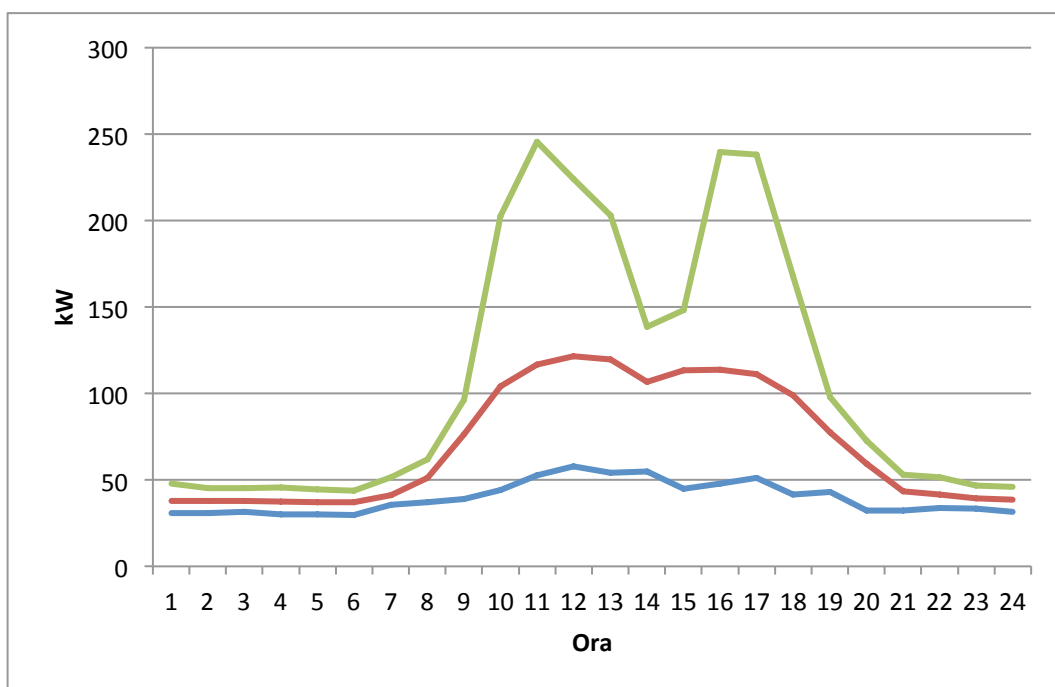


Figura 41 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 9

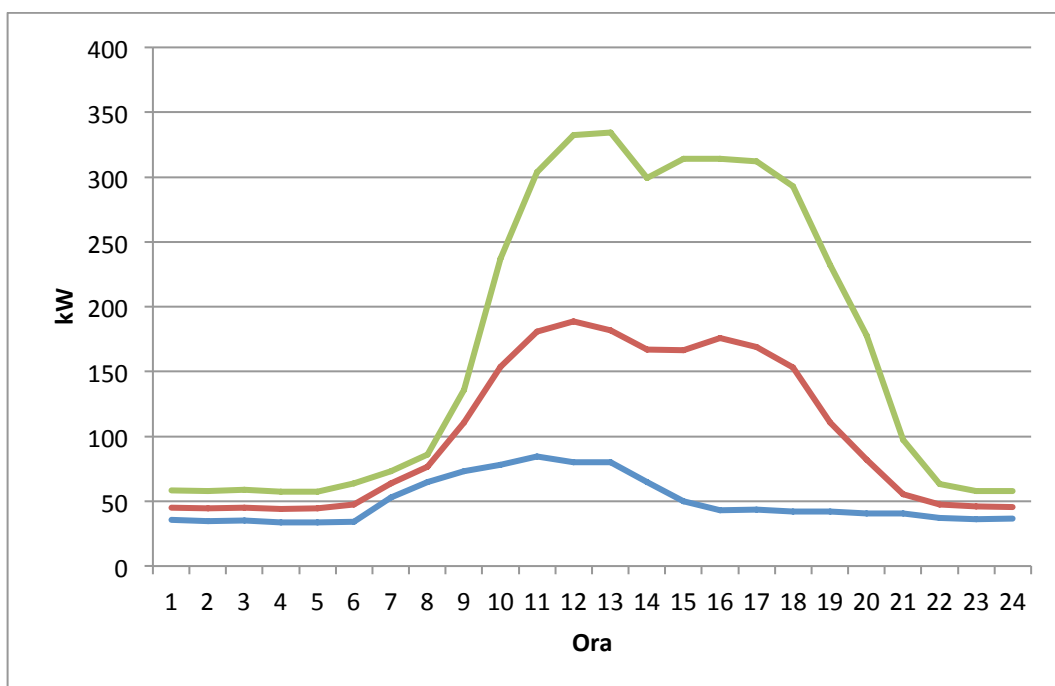


Figura 42 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 9

7.10 Cabina 10: Via all'Opera Pia 15, Scuola Politecnica di Ingegneria e Architettura

Via Opera Pia, 15A

POD numero: IT001E00098122

Tabella 13 - Consumi mensili, Cabina 10 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	106.769	110.729	93.836
Febbraio	110.671	98.302	88.796
Marzo	102.122	107.777	97.021
Aprile	95.110	92.822	84.059
Maggio	95.689	89.635	76.829
Giugno	93.251	85.211	74.551
Luglio	105.276	100.936	83.134
Agosto	76.450	71.110	66.002
Settembre	77.554	74.553	76.914
Ottobre	88.241	85.995	82.707
Novembre	96.404	96.760	82.869
Dicembre	99.757	99.672	84.243
Totale	1.147.294	1.113.502	990.961

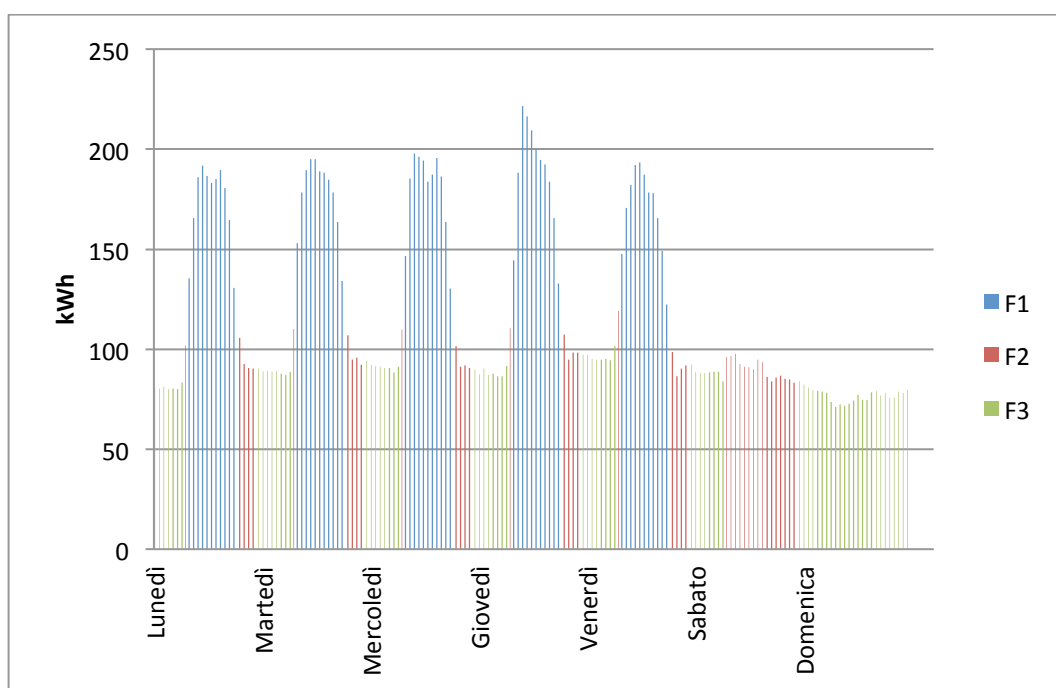


Figura 43 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 10

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

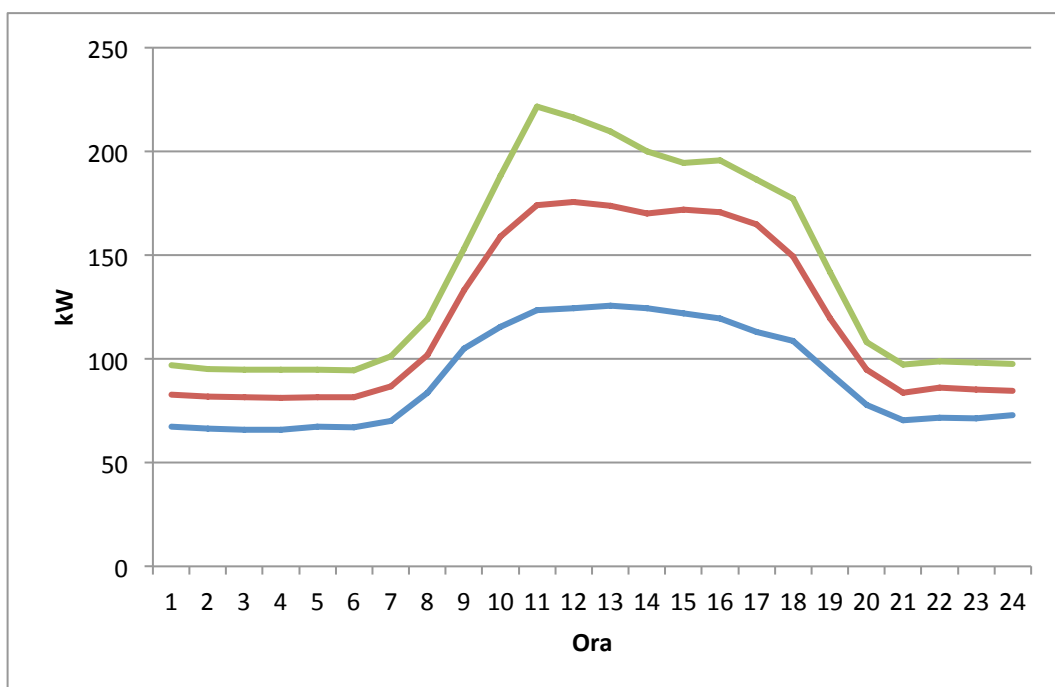


Figura 44 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 10

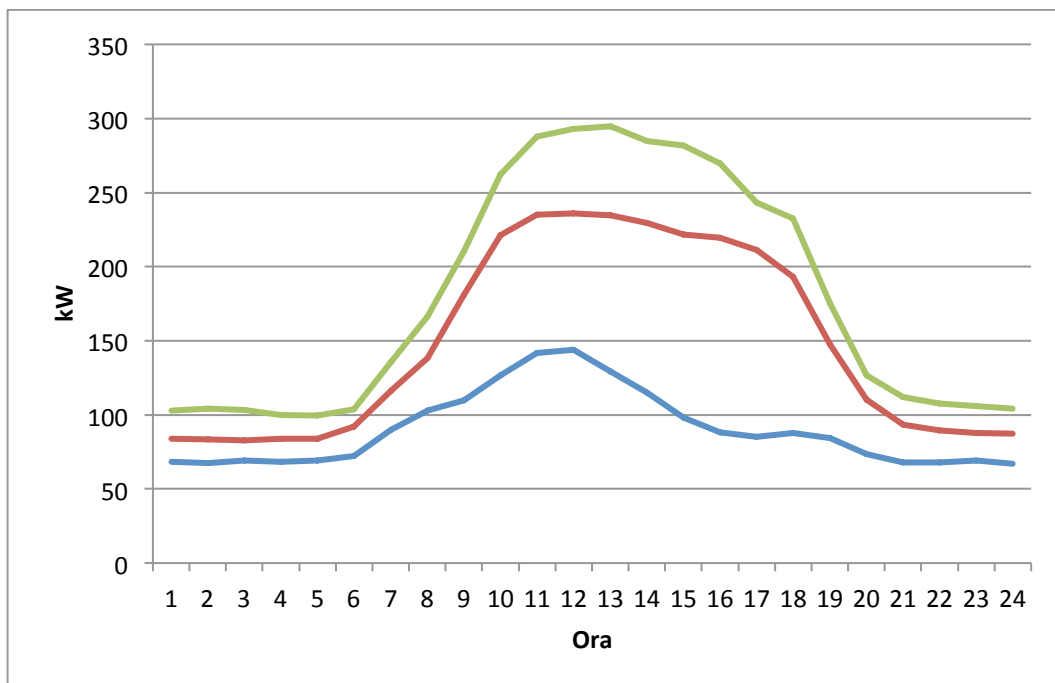


Figura 45 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 10

7.11 Cabina 11: DIBRIS (Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei Sistemi)

Via all'Opera Pia, 13

POD numero: IT001E00098124

Tabella 14 - Consumi mensili, Cabina 11 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	27.412	30.927	27.921
Febbraio	27.069	27.751	26.731
Marzo	28.923	30.361	28.107
Aprile	27.020	28.701	26.380
Maggio	29.310	29.283	28.462
Giugno	31.521	28.143	30.766
Luglio	35.940	37.137	34.148
Agosto	28.814	29.523	27.549
Settembre	28.375	30.017	27.663
Ottobre	32.052	31.929	27.465
Novembre	31.132	27.762	26.827
Dicembre	30.698	30.032	26.868
Totale	358.266	361.566	338.887

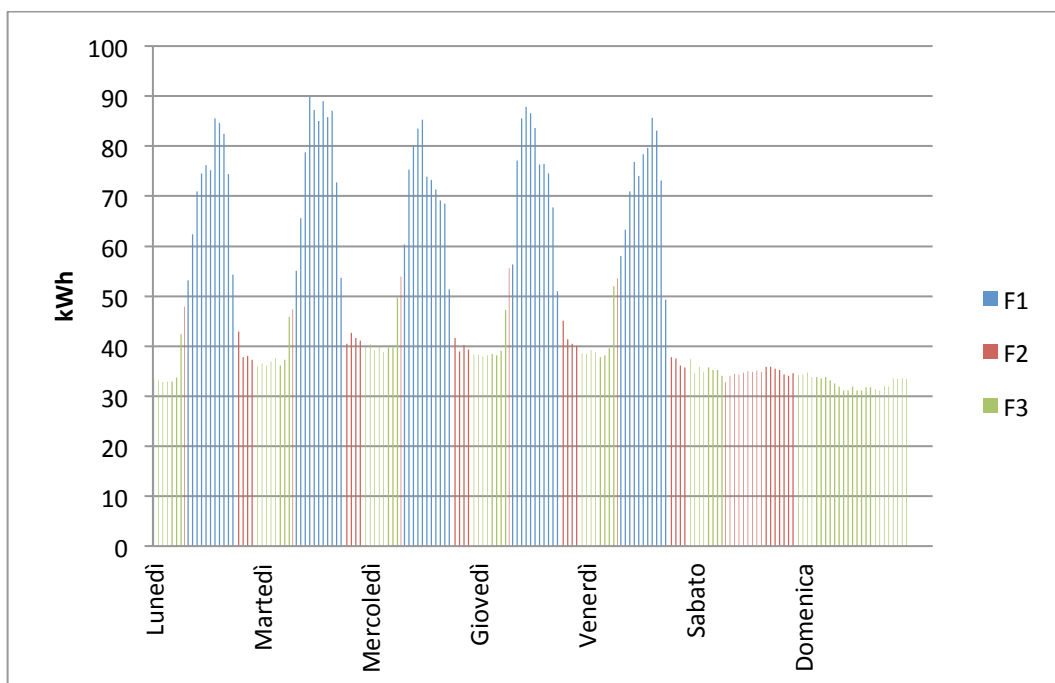


Figura 46 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 11

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

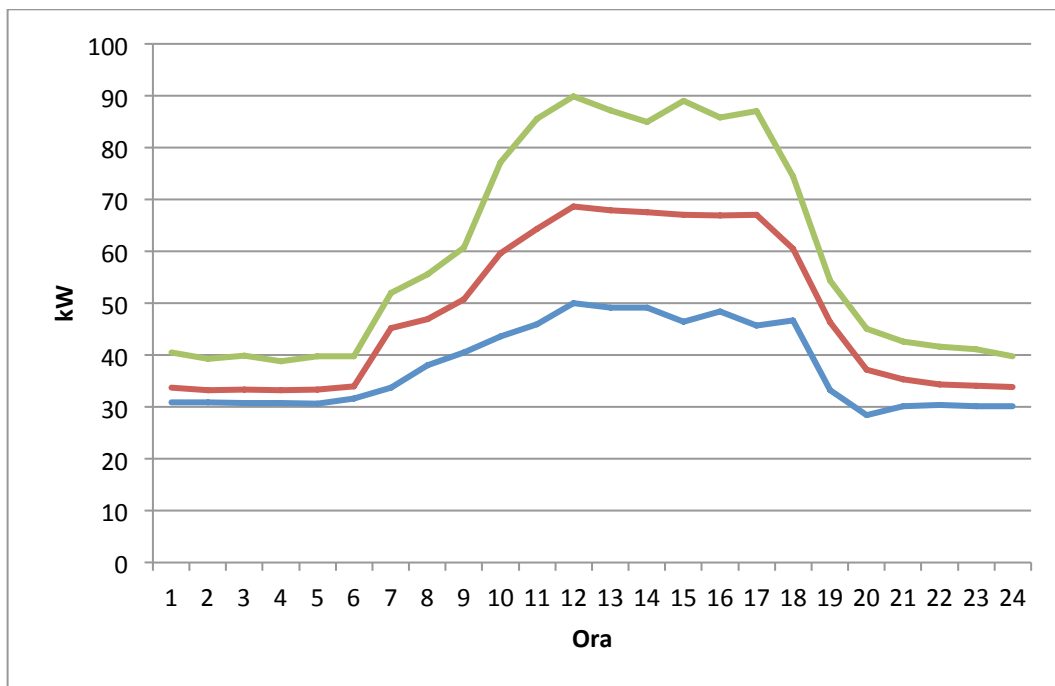


Figura 47 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 11

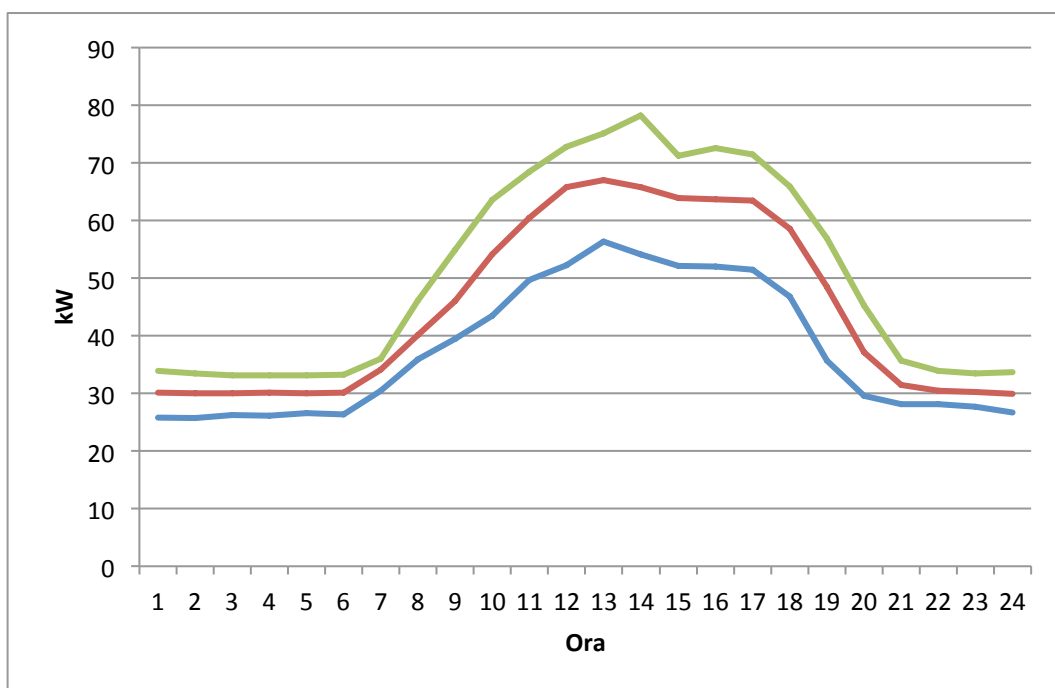


Figura 48 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 11

7.12 Cabina 13: Viale Cembrano Dipartimento di Farmacia e CSITA

Viale Cembrano, 4

POD numero: IT001E00096659

Tabella 15 - Consumi mensili, Cabina 13 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	72.473	82.614	80.622
Febbraio	70.880	75.743	70.505
Marzo	67.868	82.253	75.948
Aprile	65.850	74.599	67.680
Maggio	72.632	74.598	70.186
Giugno	77.148	89.225	76.468
Luglio	86.352	97.844	83.842
Agosto	79.697	81.871	75.516
Settembre	72.989	78.130	74.975
Ottobre	76.184	77.240	70.623
Novembre	72.630	78.024	66.884
Dicembre	78.909	72.573	73.900
Totale	893.612	964.714	887.149

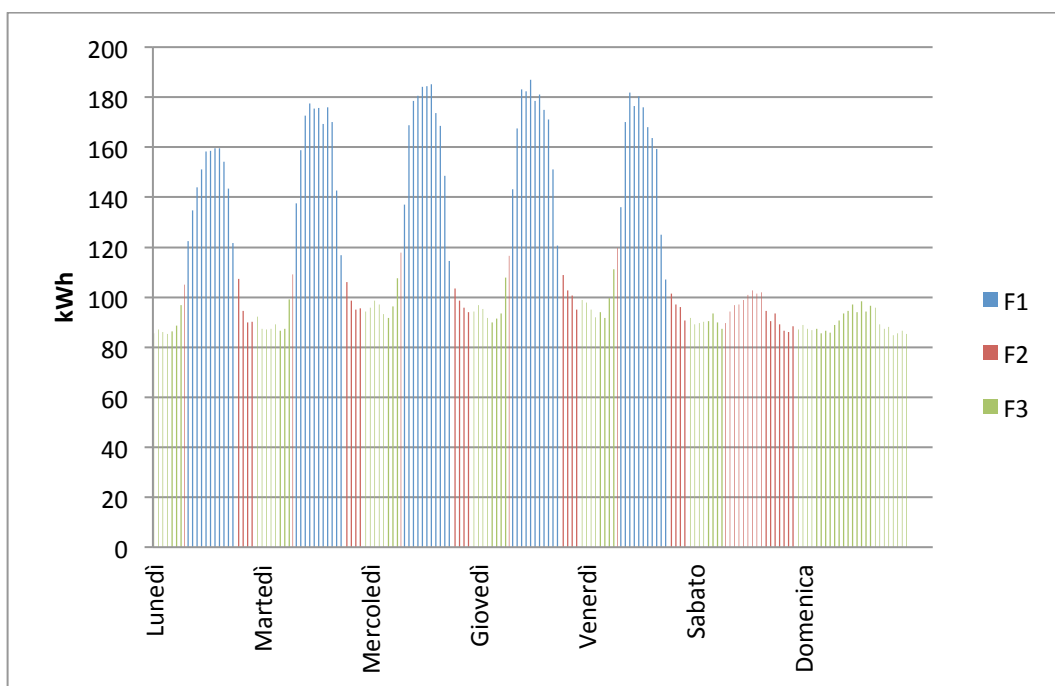


Figura 49 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 13

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

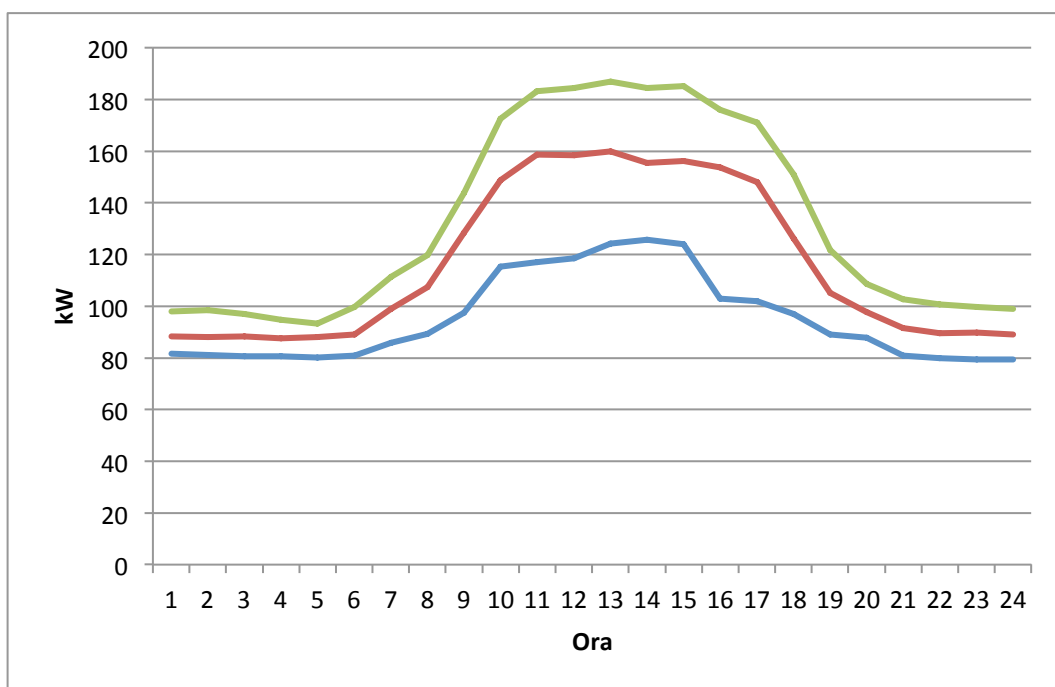


Figura 50 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 13

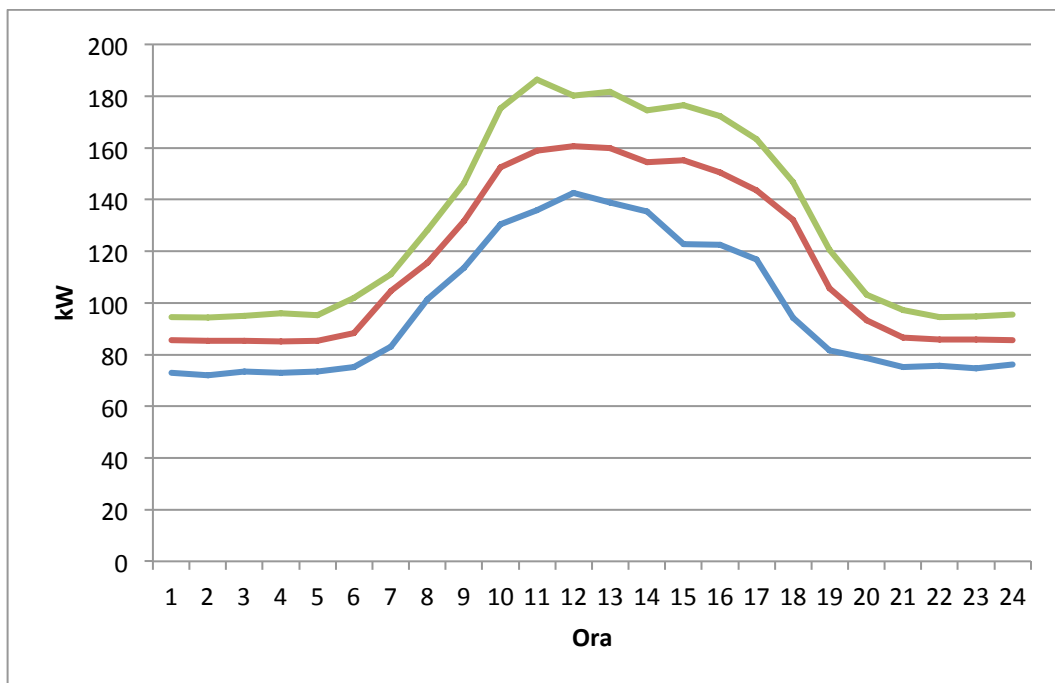


Figura 51 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 13

7.13 Cabina 14: DIFI (Dipartimento di Fisica)

Via Dodecaneso, 33

POD numero: IT001E00098103

Tabella 16 - Consumi mensili, Cabina 14 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	181.739	170.683	143.616
Febbraio	175.816	147.244	146.684
Marzo	161.648	164.455	162.081
Aprile	165.334	160.439	141.709
Maggio	172.295	159.834	157.953
Giugno	166.382	150.356	173.266
Luglio	216.457	187.518	200.322
Agosto	176.294	158.577	139.785
Settembre	173.075	165.023	153.779
Ottobre	167.113	158.773	145.969
Novembre	153.749	160.502	160.890
Dicembre	157.216	180.063	139.705
Totale	2.067.118	1.963.467	1.865.759

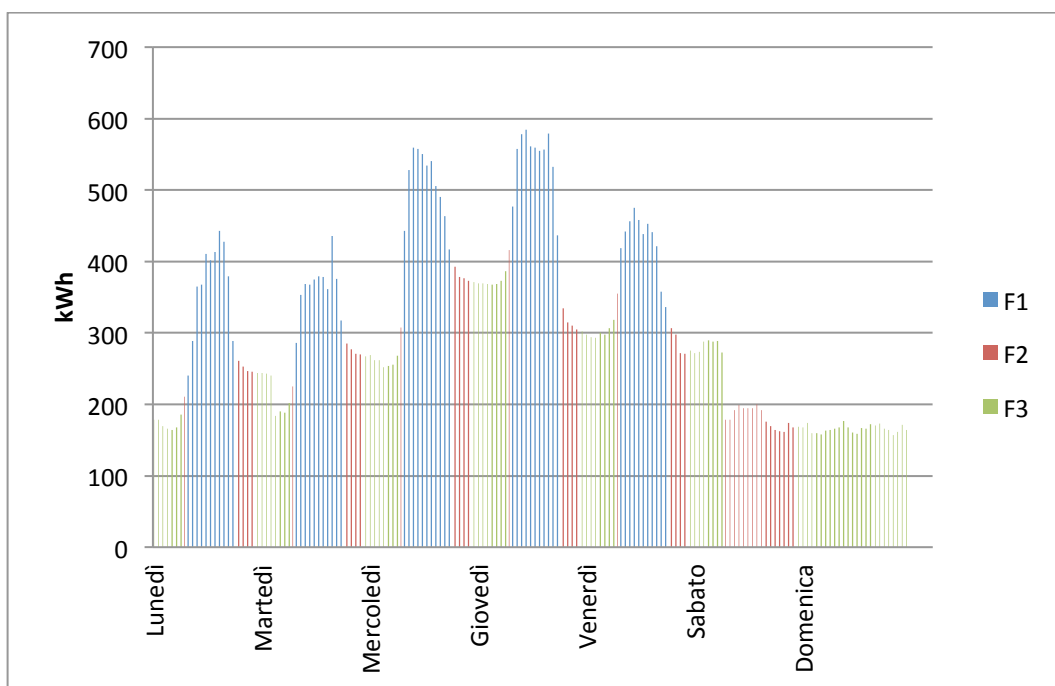


Figura 52 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 14

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

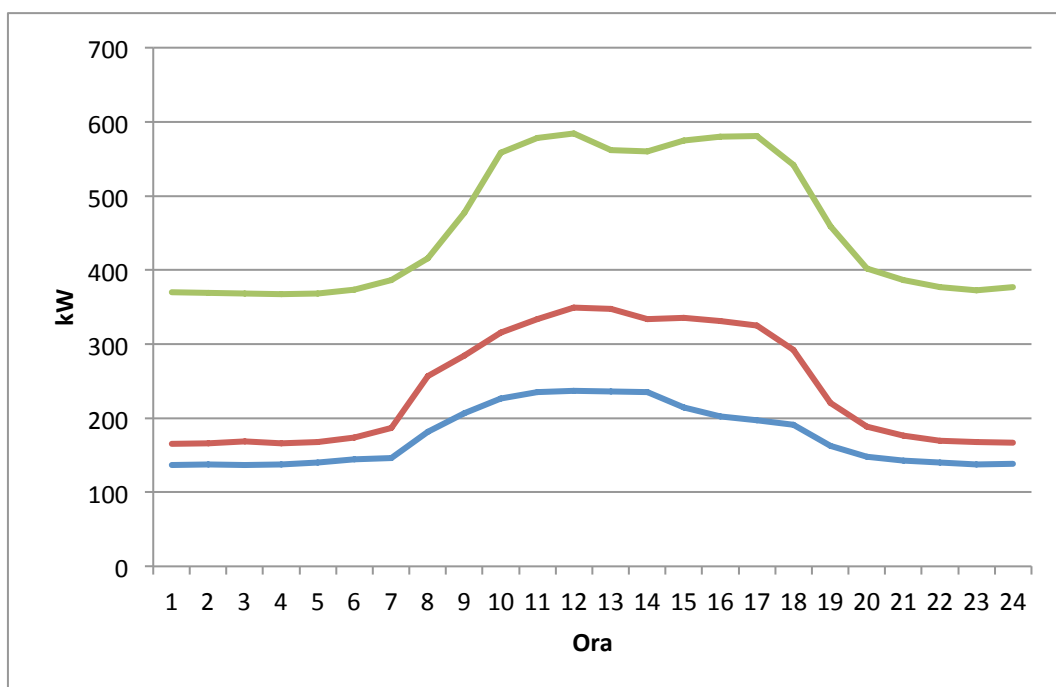


Figura 53 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 14

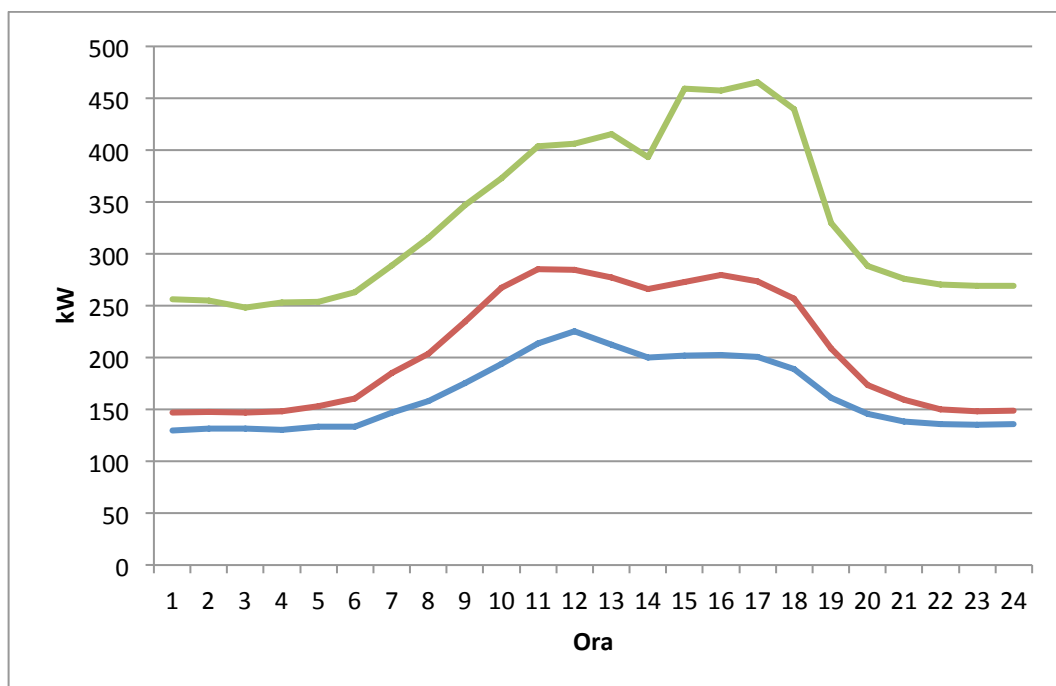


Figura 54 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 14

7.14 Cabina 15: DCCI (Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale)

Via Dodecaneso, 31

POD numero: IT001E00098102

Tabella 17 - Consumi mensili, Cabina 15 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	108.984	110.243	110.723
Febbraio	107.611	99.201	104.930
Marzo	113.240	109.777	103.366
Aprile	100.364	100.854	95.840
Maggio	113.574	98.810	101.221
Giugno	125.528	114.083	137.702
Luglio	162.718	176.278	160.373
Agosto	126.667	101.429	84.999
Settembre	190.006	118.319	127.896
Ottobre	111.704	107.648	104.432
Novembre	103.091	107.157	97.838
Dicembre	92.521	112.337	96.692
Totale	1.456.008	1.356.136	1.326.012

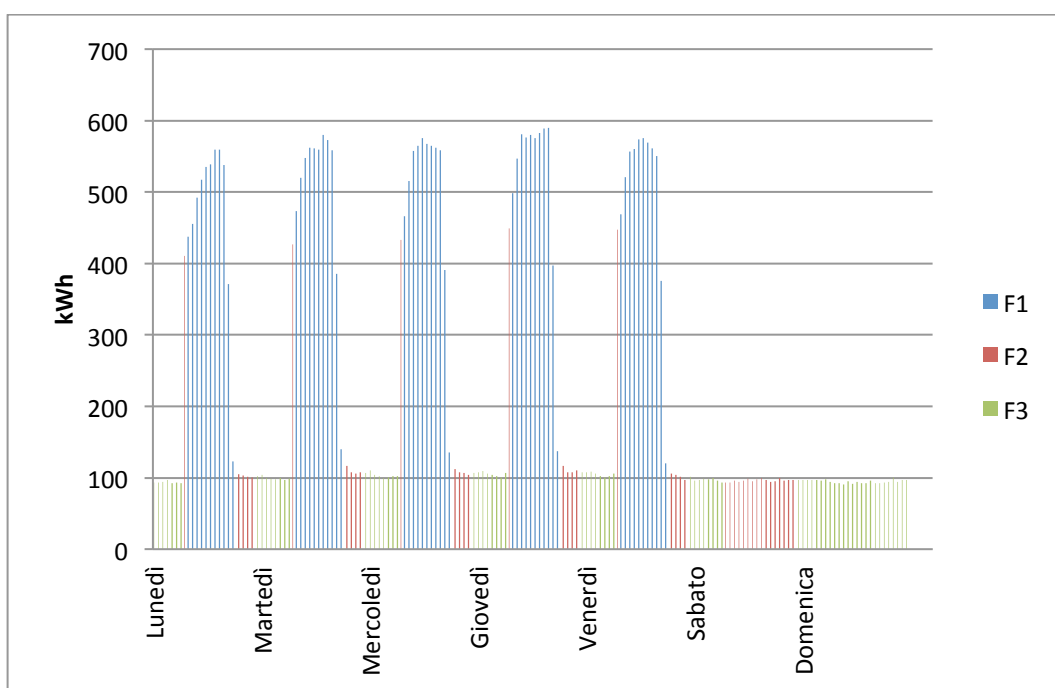


Figura 55 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), DCCI

Profili Tipici di Consumo

Legenda: curva **blu** – profilo di consumo minimo
 curva **rossa** – profilo di consumo mediano
 curva **verde** – profilo di consumo massimo

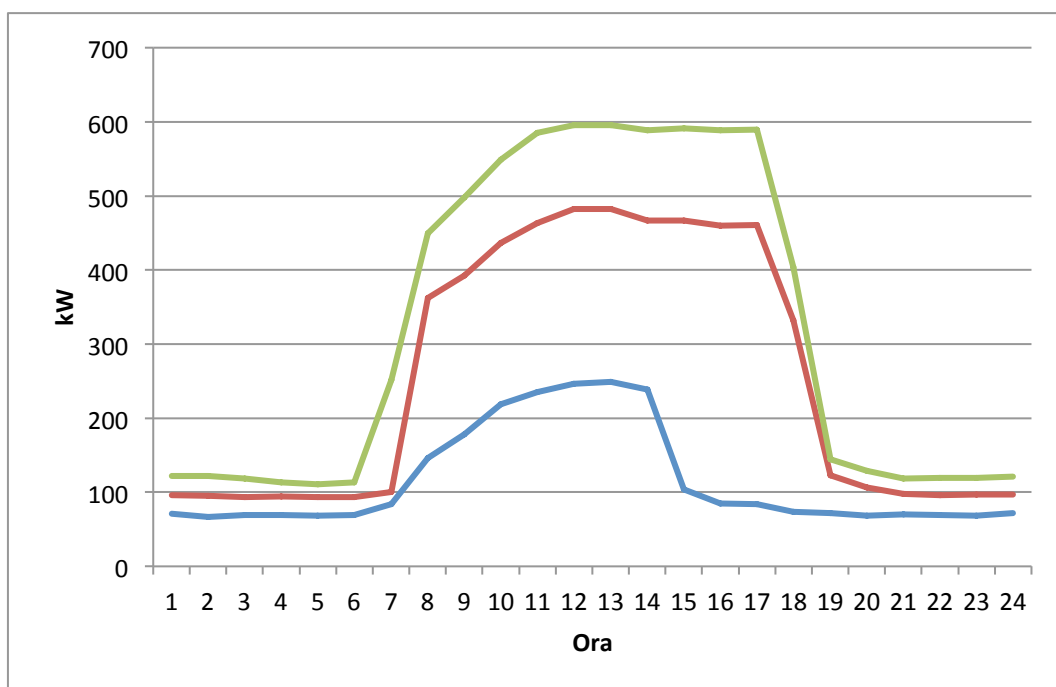


Figura 56 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 15

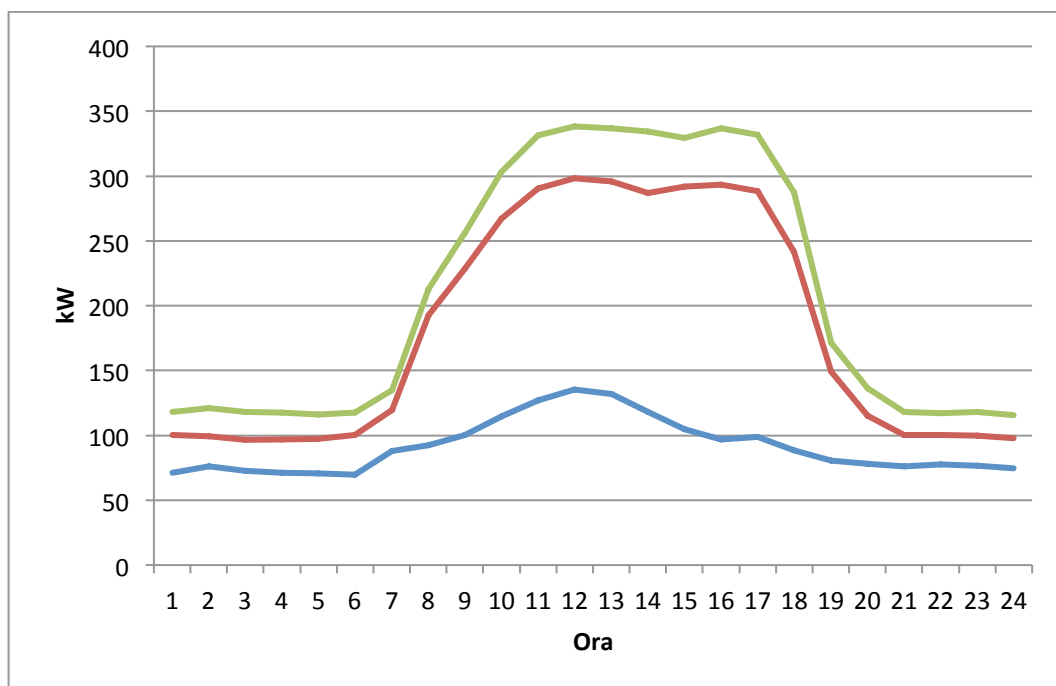


Figura 57 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 15

7.15 Cabina 16: DIMA (Dipartimento di Matematica)

VIA Dodecaneso, 35

POD numero: IT001E00122720

Tabella 18 - Consumi mensili, Cabina 16 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	51.728	55.212	50.064
Febbraio	52.578	47.722	47.600
Marzo	49.426	50.338	49.221
Aprile	45.026	42.167	41.980
Maggio	44.666	40.755	43.790
Giugno	55.285	42.874	54.246
Luglio	72.260	69.746	62.159
Agosto	64.427	52.831	39.766
Settembre	51.692	49.553	52.494
Ottobre	49.159	46.699	45.939
Novembre	49.764	47.099	46.504
Dicembre	50.508	49.314	48.862
Totale	636.519	594.310	582.625

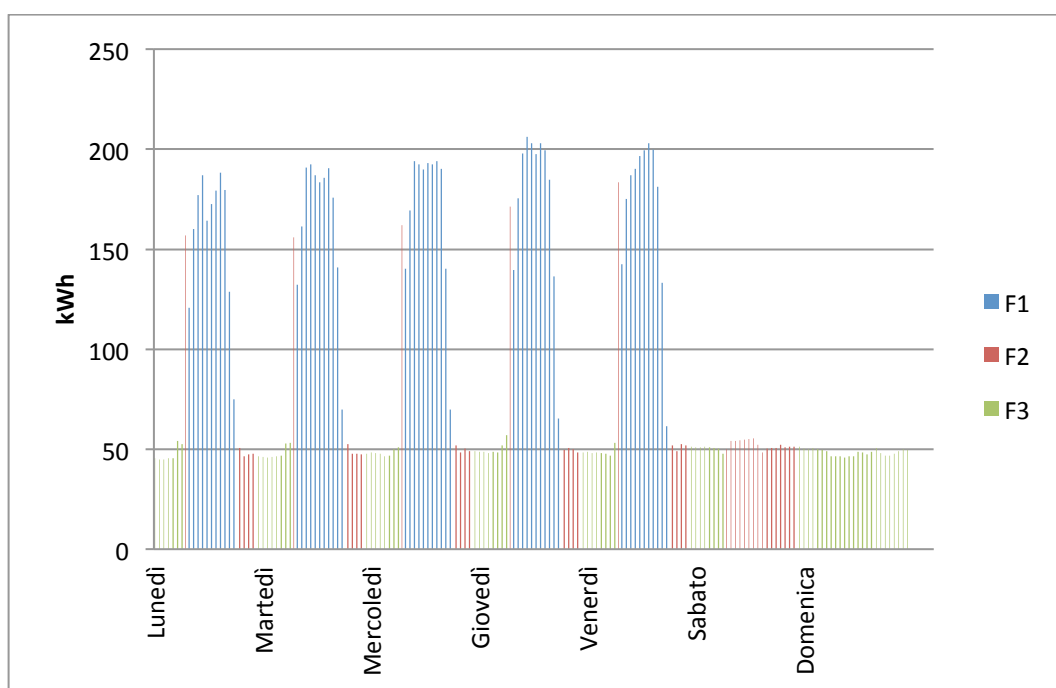


Figura 58 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 16

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

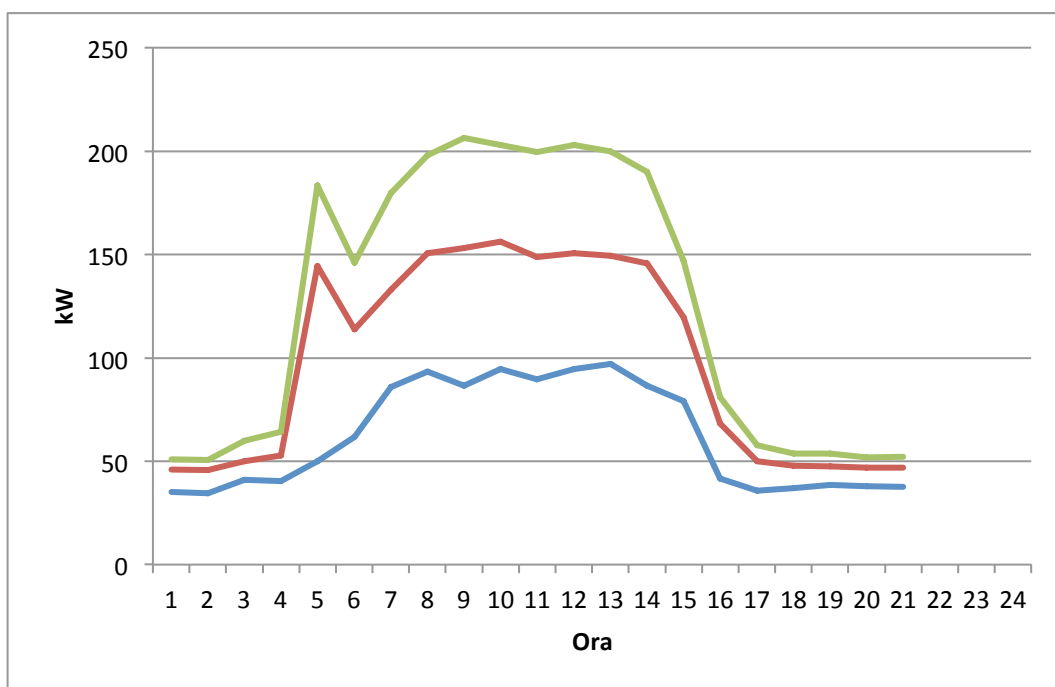


Figura 59 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 16

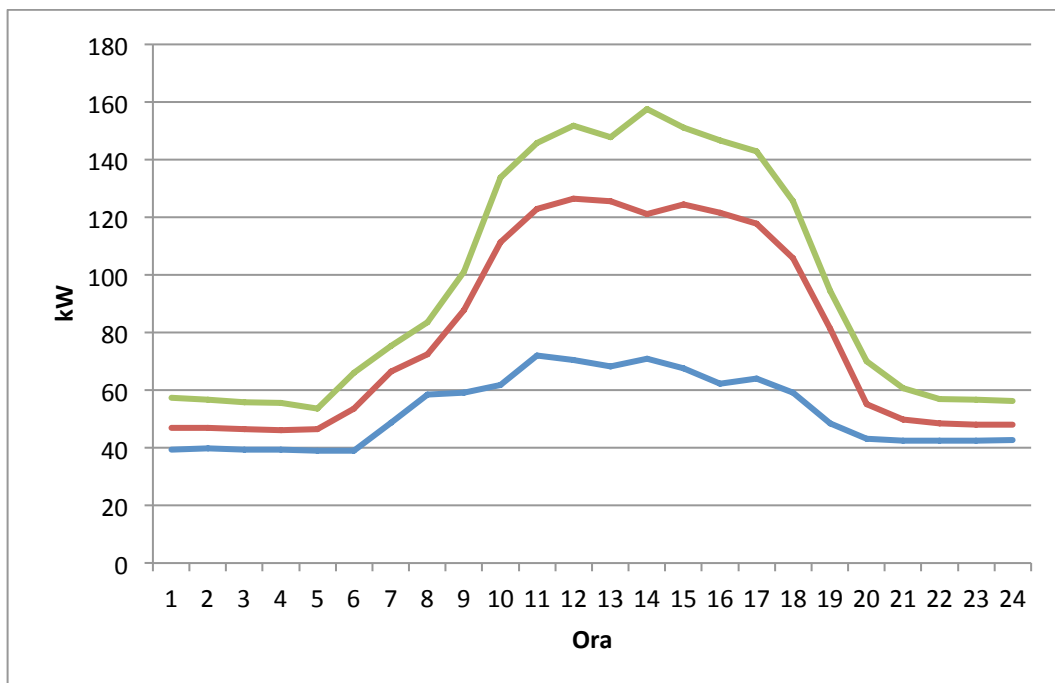


Figura 60 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 16

7.16 Cabina 18: Darsena, Dipartimento di Economia

Via Vivaldi, 5

POD numero: IT001E00097914

Tabella 19 - Consumi mensili, Cabina 18 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	94.967	113.041	96.603
Febbraio	111.789	105.147	90.648
Marzo	107.290	113.287	89.425
Aprile	81.533	97.991	69.159
Maggio	80.022	94.319	57.611
Giugno	104.081	106.383	90.091
Luglio	139.506	148.600	105.877
Agosto	99.597	120.350	54.203
Settembre	105.611	100.203	95.190
Ottobre	85.719	78.392	74.790
Novembre	94.834	92.111	74.886
Dicembre	88.454	104.986	77.350
Totale	1.193.403	1.274.810	975.833

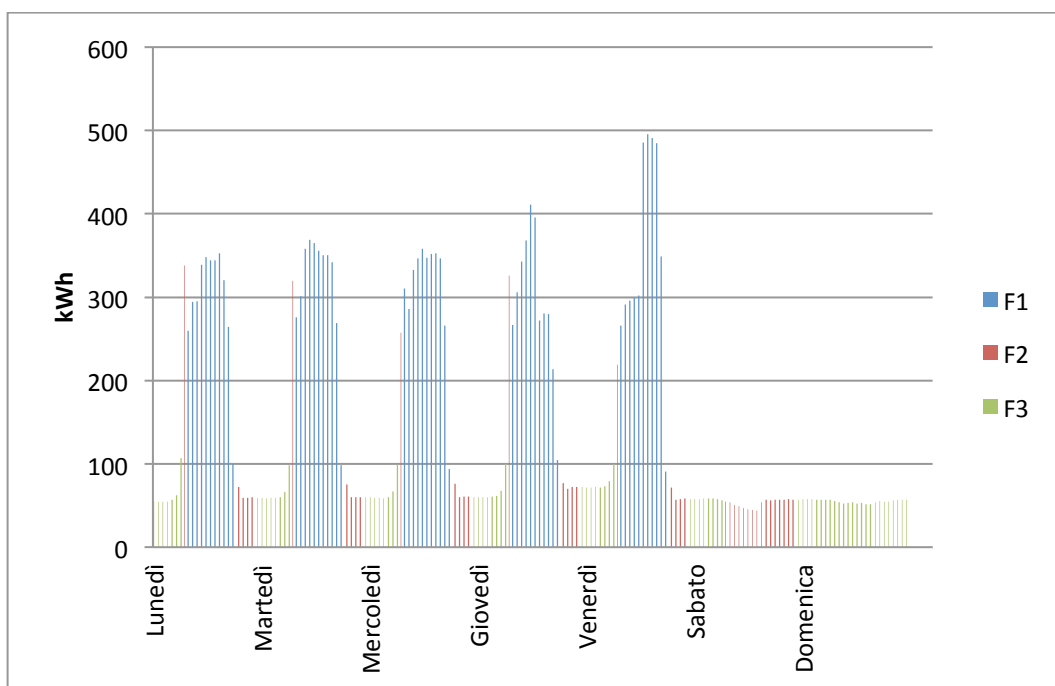


Figura 61 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 18

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

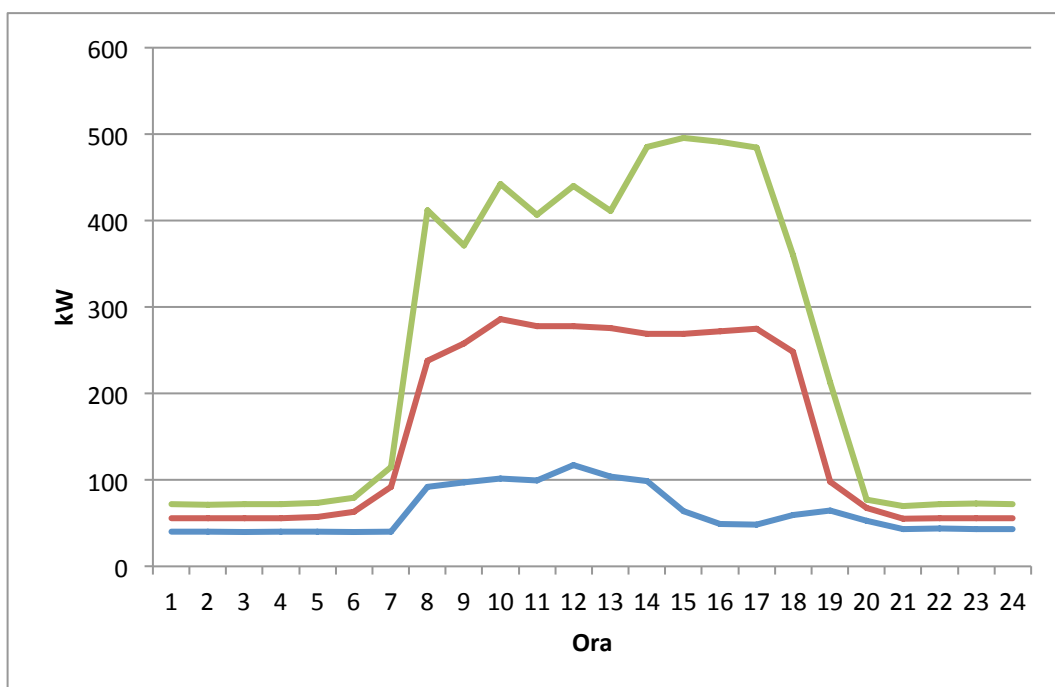


Figura 62 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 18

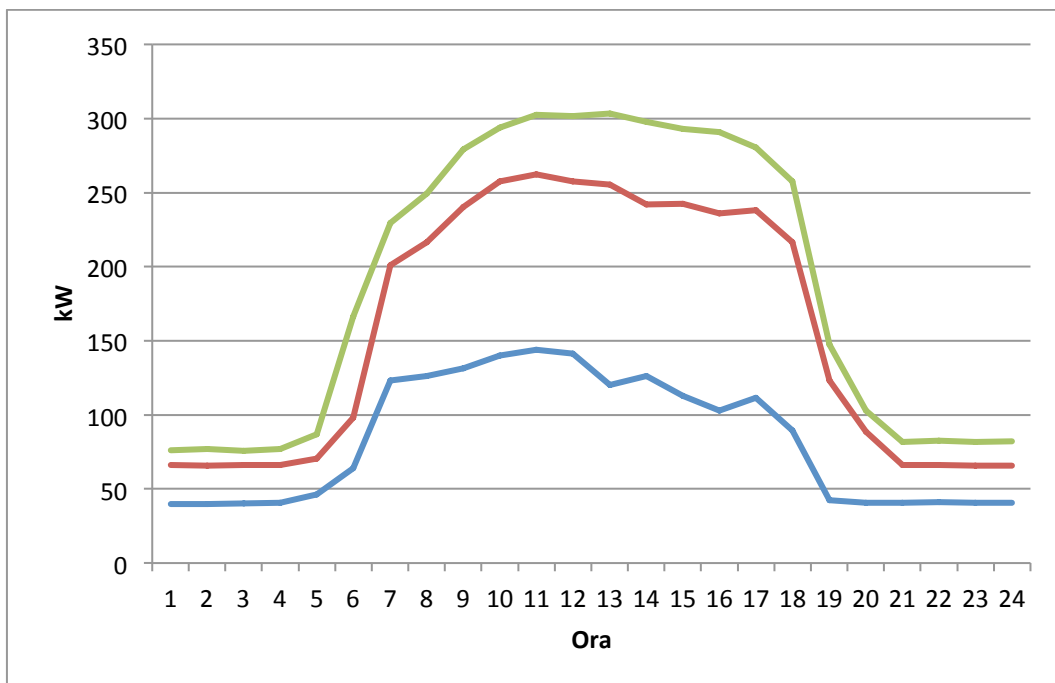


Figura 63 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 18

7.17 Cabina 19: EX-CNR, Scuola Politecnica di Ingegneria e Architettura

Via all'Opera Pia, 11

POD numero: IT001E00098123

Tabella 20 - Consumi mensili, Cabina 19 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	10.801	12.254	11.444
Febbraio	11.617	10.440	10.243
Marzo	10.304	11.628	11.027
Aprile	9.797	10.740	9.985
Maggio	9.997	10.598	9.321
Giugno	12.063	10.430	10.598
Luglio	15.357	15.192	11.760
Agosto	15.538	12.528	10.763
Settembre	11.678	11.395	10.254
Ottobre	11.316	10.947	9.995
Novembre	11.310	10.867	9.766
Dicembre	11.594	11.278	10.247
Totale	141.372	138.297	125.403

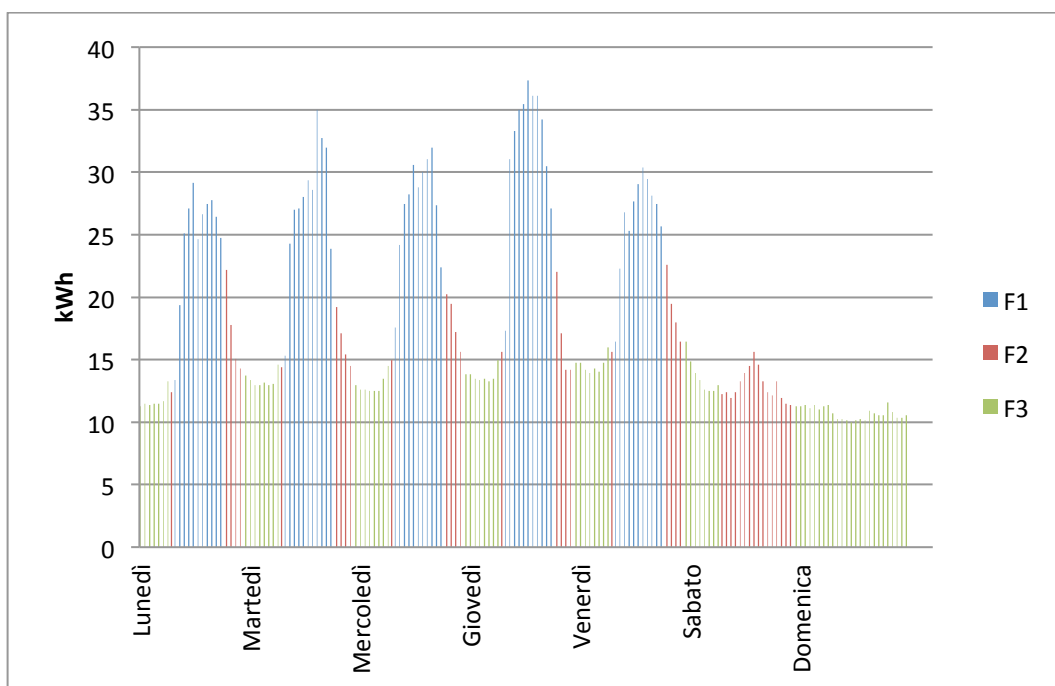


Figura 64 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 19

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

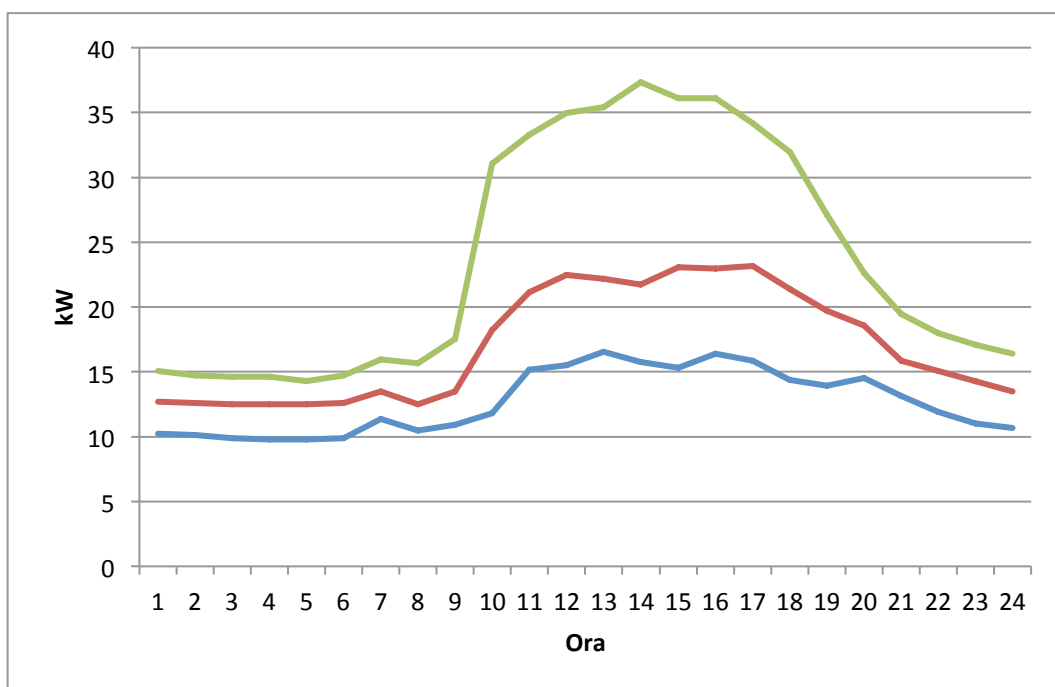


Figura 65 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 19

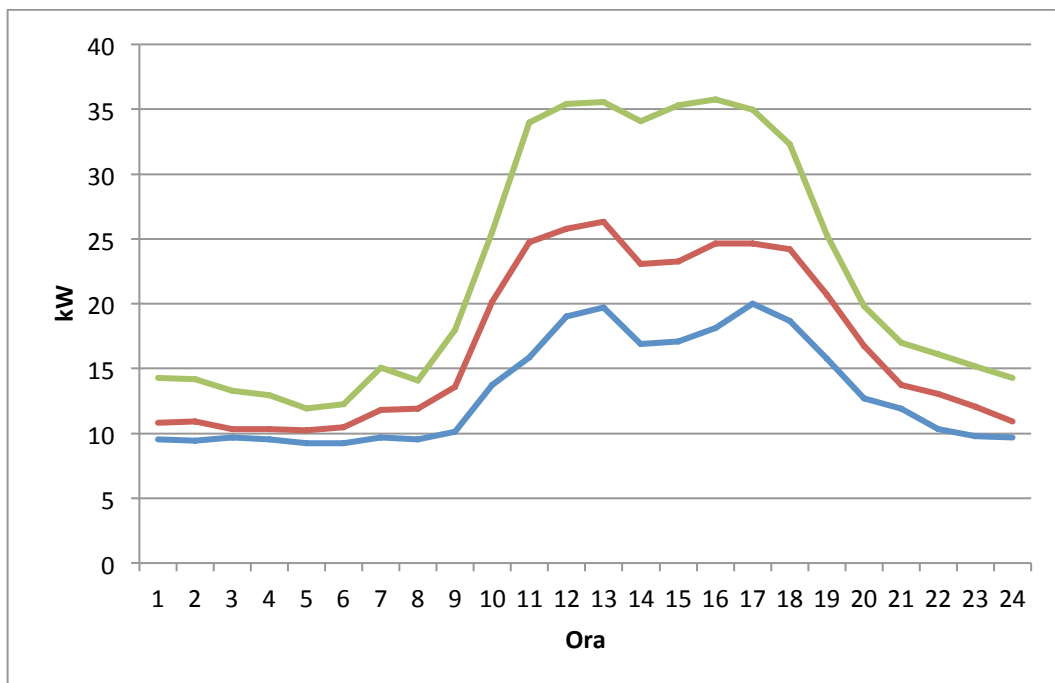


Figura 66 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 19

7.18 Cabina 20: Clinica Oculistica

Corso Europa, 26

POD numero: IT001E00122751

Tabella 21 - Consumi mensili, Cabina 20 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	63.487	103.647	68.699
Febbraio	70.446	61.744	60.797
Marzo	67.993	64.545	62.169
Aprile	61.868	89.677	65.909
Maggio	97.252	103.878	86.005
Giugno	127.260	109.169	115.067
Luglio	164.546	175.862	138.647
Agosto	175.967	159.383	134.745
Settembre	133.415	122.921	110.414
Ottobre	126.672	95.820	131.250
Novembre	109.076	72.726	119.331
Dicembre	99.487	104.897	119.031
Totale	1.297.469	1.264.269	1.212.064

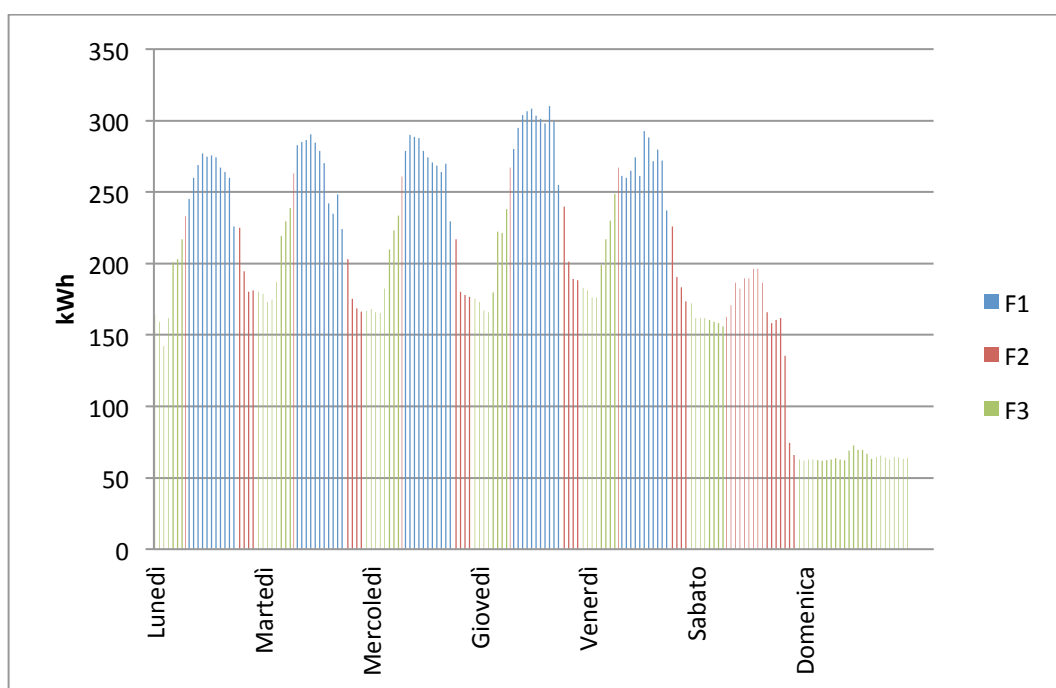


Figura 67 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 20

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

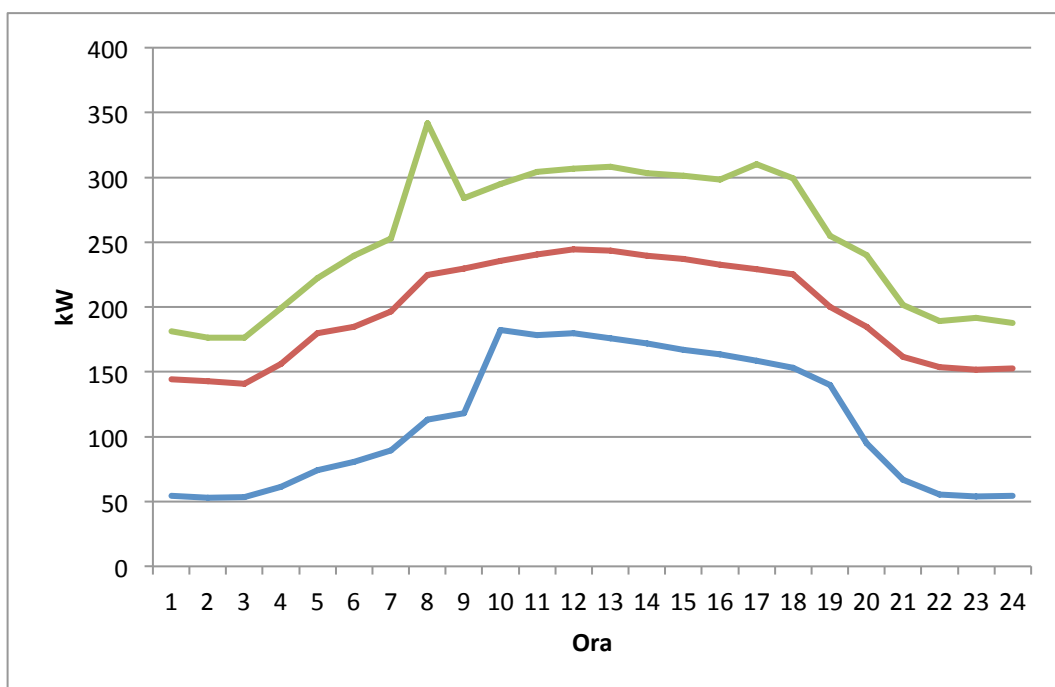


Figura 68 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 20

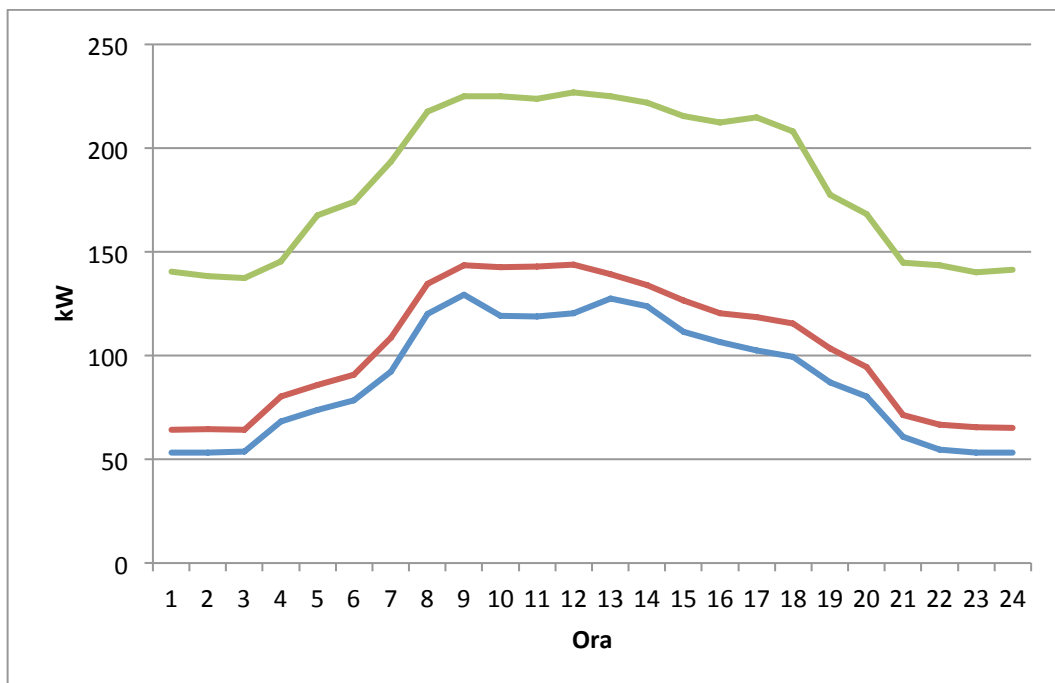


Figura 69 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 20

7.19 Cabina 21: Corso Podestà, Dipartimento di Scienze della Formazione

Corso A. Podestà, 2

POD numero: IT001E00098662

Tabella 22 - Consumi mensili, Cabina 21 [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	54.311	61.215	68.914
Febbraio	75.742	60.719	65.743
Marzo	44.752	61.972	57.799
Aprile	29.305	38.401	34.171
Maggio	26.259	26.335	23.920
Giugno	31.196	28.577	36.071
Luglio	43.913	39.310	39.133
Agosto	36.440	26.247	23.031
Settembre	31.669	29.119	33.937
Ottobre	30.235	27.824	27.524
Novembre	44.883	44.758	42.678
Dicembre	51.298	40.107	52.083
Totale	500.003	484.584	505.004

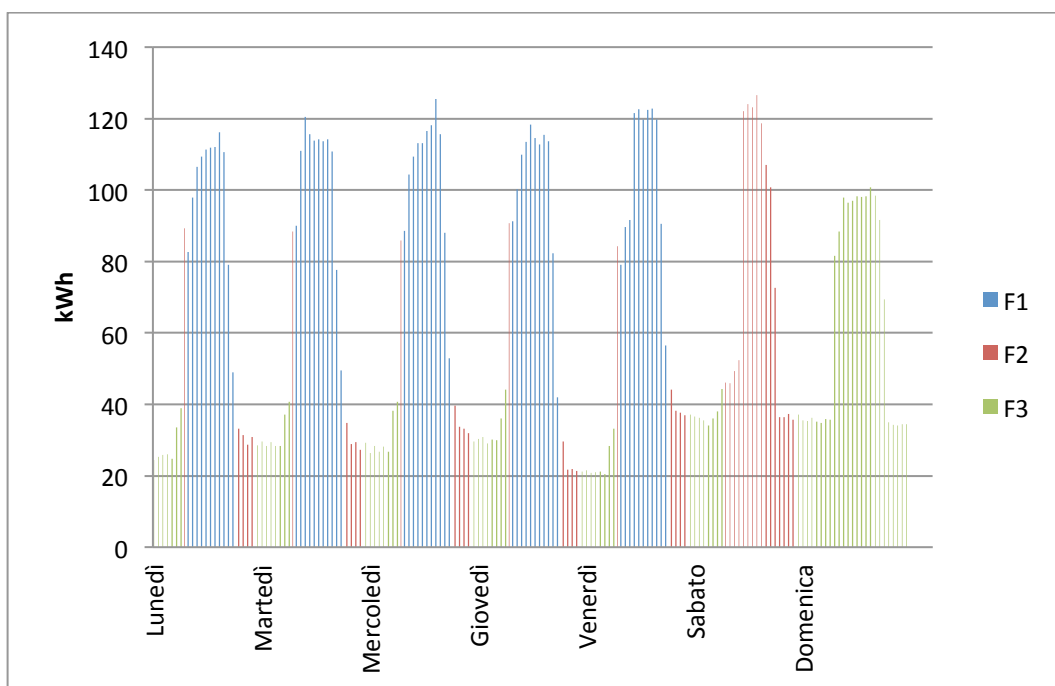


Figura 70 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), Cabina 21

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

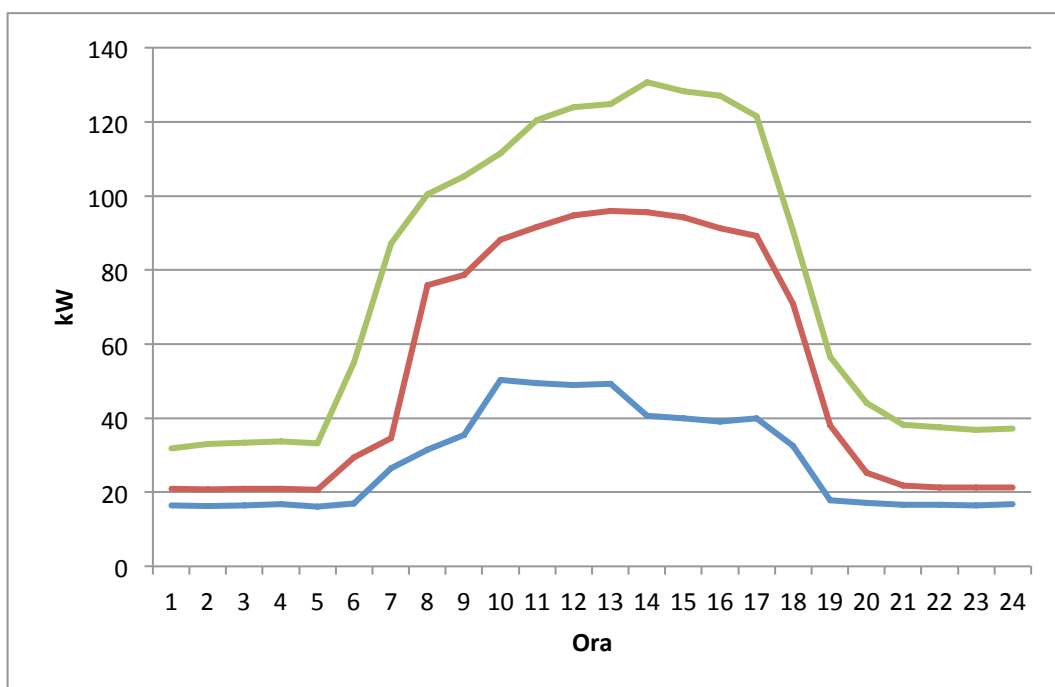


Figura 71 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, Cabina 21

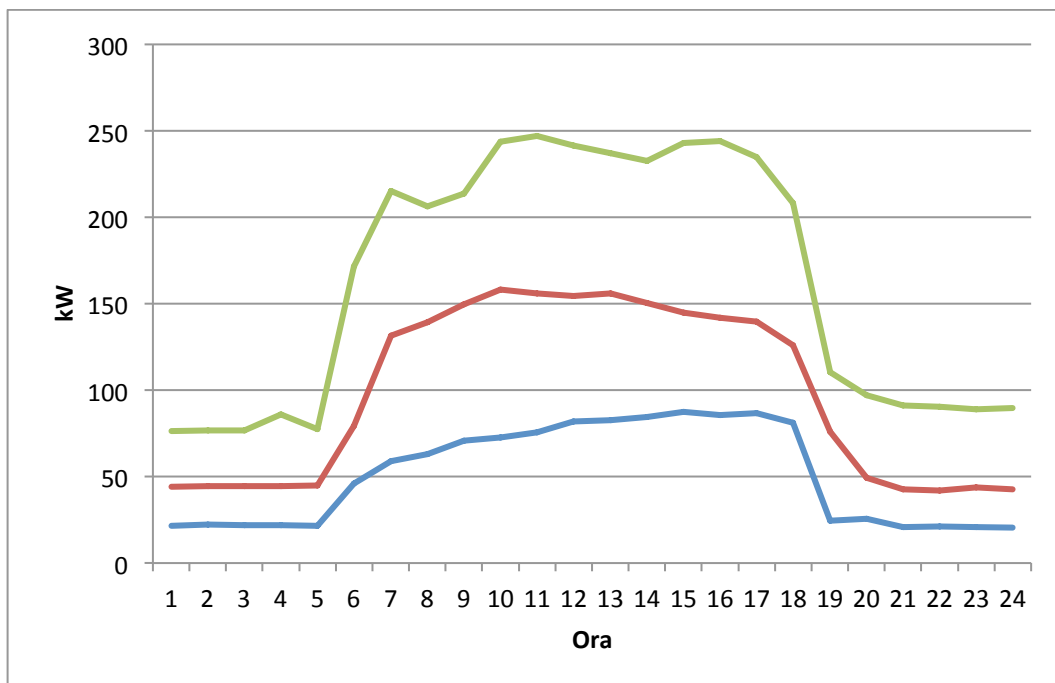


Figura 72 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, Cabina 21

7.20 Albergo dei Poveri

Via Brignole De Ferrari, 1

POD numero: IT001E00461299

Tabella 23 - Consumi mensili, ALBERGO DEI POVERI [kWh]

Mese	2012	2013	2014
Gennaio	22.616	31.440	39.558
Febbraio	24.651	32.121	42.001
Marzo	32.238	37.705	43.214
Aprile	26.090	37.036	35.813
Maggio	24.652	32.937	31.260
Giugno	23.620	27.015	31.872
Luglio	35.331	35.970	32.854
Agosto	25.285	23.011	19.336
Settembre	29.588	32.760	33.662
Ottobre	38.531	35.134	34.460
Novembre	33.265	36.670	36.560
Dicembre	32.448	7.255	39.065
Totale	348.315	369.054	419.655

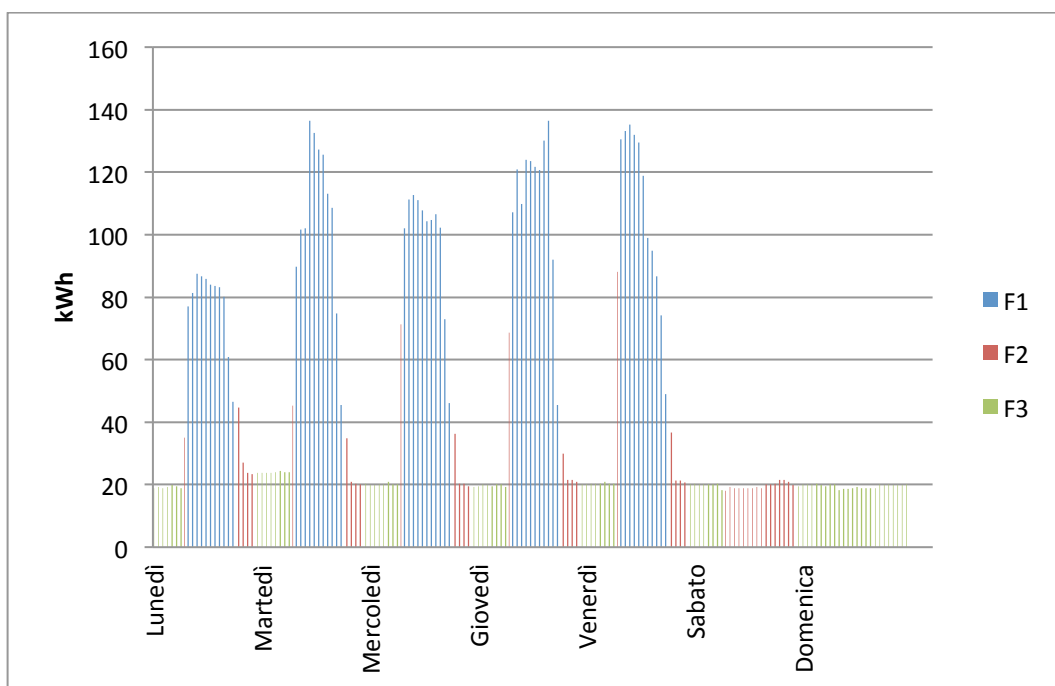


Figura 73 - Esempio di diagramma di carico settimanale con dettaglio orario (9 - 15 Giugno 2014), ALBERGO DEI POVERI

Profili Tipici di Consumo

Legenda:

- curva **blu** – profilo di consumo minimo
- curva **rossa** – profilo di consumo mediano
- curva **verde** – profilo di consumo massimo

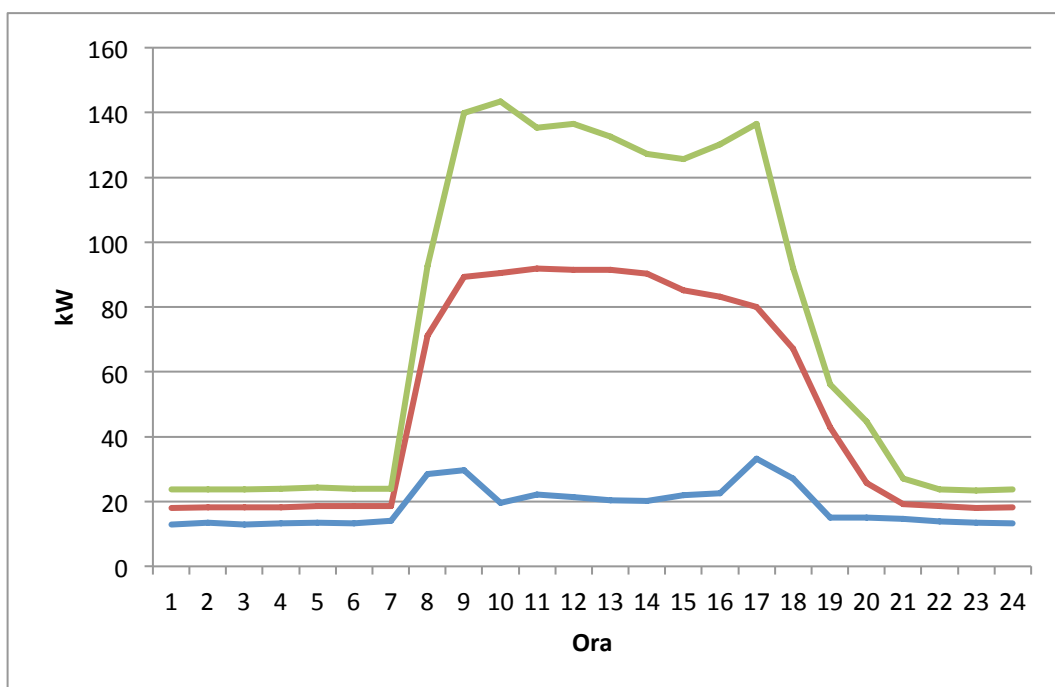


Figura 74 – Profilo di consumo tipico ESTIVO, giorno FERIALE, ALBERGO DEI POVERI

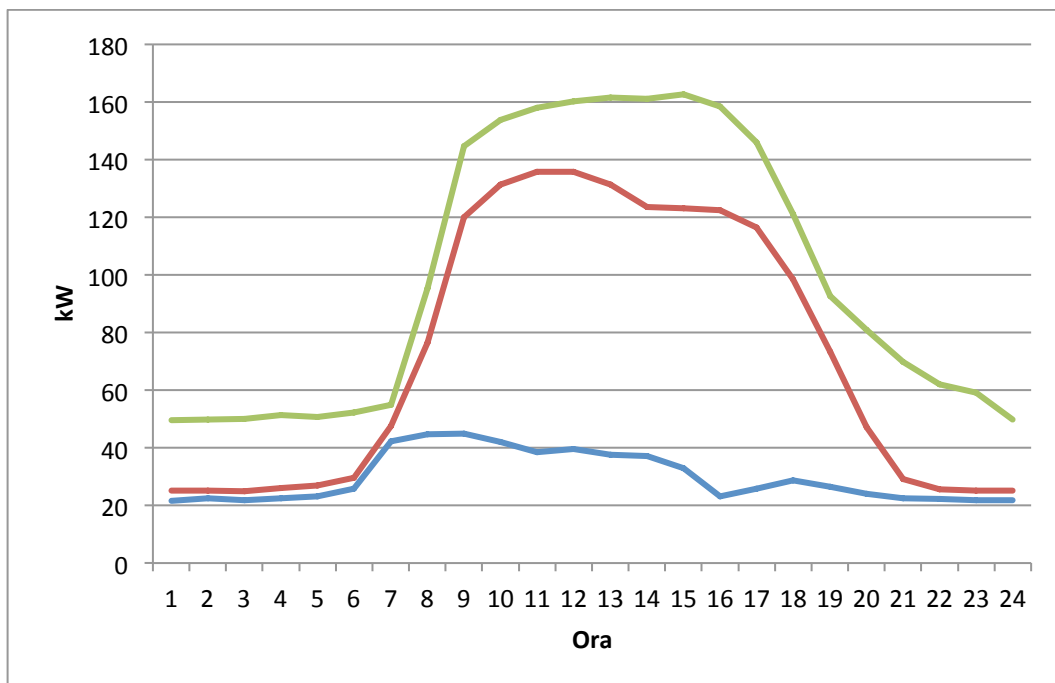


Figura 75 – Profilo di consumo tipico INVERNALE, giorno FERIALE, ALBERGO DEI POVERI